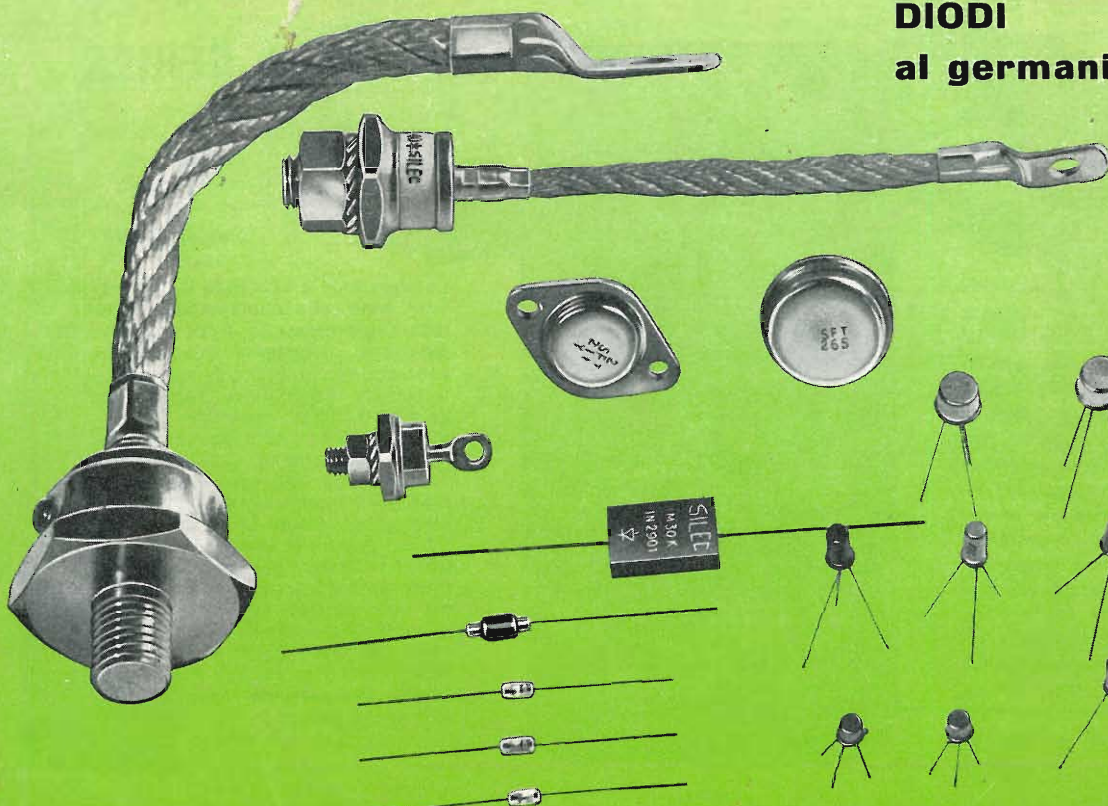
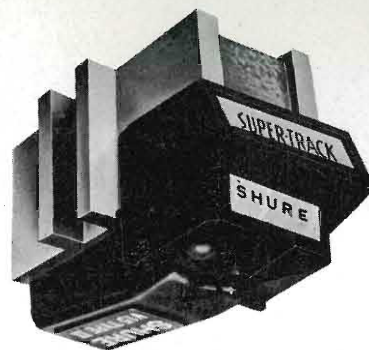
TV
ANNO XL - APRILE 1968 - Gruppo III
l'antenna
RASSEGNA MENSILE DI TECNICA ELETTRONICA
NUMERO
4
LIRE 500

PRESENTAZIONE DI UNA NUOVA SERIE CARTRIDGE AD ALTA FEDELTÀ

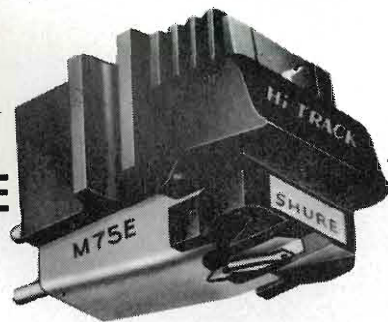
Studiate con la massima costanza di angolazione *TRACKABILITY* il più importante progresso nella riproduzione del suono, sin dall'avvento della stereofonia

SHURE

V-15 TYPE II
SUPER-TRACK™
CARTRIDGE

La testina magnetica SUPER-TRACK V-15 tipo II, radicalmente nuova segna una nuova epoca nelle prestazioni delle testine a cartuccia . . . l'era di una perfetta costanza di angolazione. Grazie a ciò, qualsiasi disco fornisce un suono migliore e più fedele, e — in pratica — è come ascoltare per la prima volta alcune registrazioni, lette con una minima pressione di contatto, senza distorsione! Per apprezzarne le qualità, basta udire una sola volta un disco riprodotto con questa cartuccia, che ha già stabilito un nuovo standard tra gli audiofili ed i critici di maggior grido. Lo stilo ellittico bi-radiale segue il solco con una pressione compresa tra 0,75 ed 1,5 grammi.

M75E
HI-TRACK
CARTRIDGE

Le migliori prerogative di funzionamento, con un prezzo modesto

Deriva dalla nuova generazione di cartucce che forniscono la massima costanza di lettura, ed un suono esente da distorsioni, anche durante la riproduzione di dischi a solco di difficile lettura. Il costo di questa testina è sorprendentemente esiguo. Lo stilo ellittico bi-radiale esercita una pressione compresa tra 0,75 ed 1,5 grammi. Munito di stilo M75-6 a struttura conica, da 0,0132 millimetri. Si presta particolarmente all'impiego nei vecchi tipi di giradischi, funzionanti con pressioni comprese tra 1,5 e 3 grammi. È previsto anche il modello M75G, per cambiadischi speciali di tipo Dual. Anche in questo modello lo stilo è di struttura conica da 0,0132 millimetri, e funziona con pressioni comprese tra 0,75 ed 1,5 grammi.

SHURE M55E

TUTTE LE PREROGATIVE PIÙ AUSPICABILI

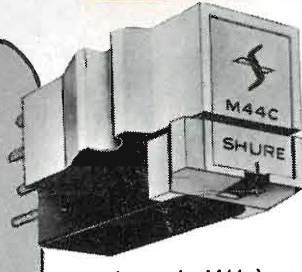
Caratteristiche di funzionamento professionali con un costo modesto. Munita di stilo di diamante ellittico bi-radiale, funzionante con angolazione di 15 gradi, per eliminare qualsiasi traccia di distorsione armonica e intermodulazione e attrito. Apporta un vero e proprio miglioramento alla fedeltà sonora dell'impianto di amplificazione, sia in applicazioni stereo, sia in impianti monotonici. Funziona con pressione compresa tra 0,75 ed 1,5 grammi. Rappresenta la scelta migliore da parte dell'appassionato di alta fedeltà che desidera ottenere un'eccellente riproduzione con minima spesa.

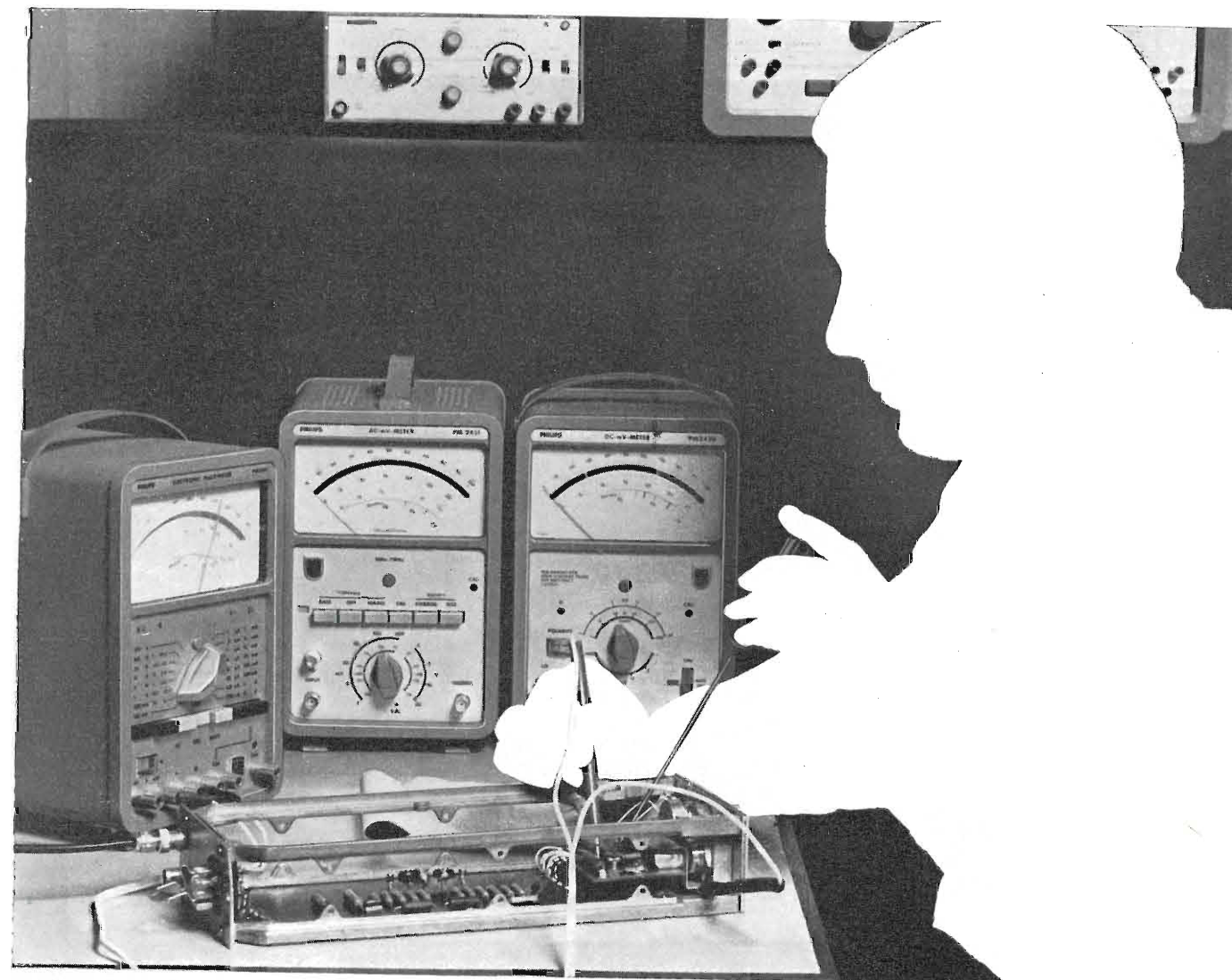
QUESTE TESTINE

CONSENTONO LA MIGLIORE QUALITÀ DI RIPRODUZIONE SONORA CON UN COSTO LIMITATO

Rappresentante generale per l'Italia

20129 MILANO - V.le Premuda, 38A
Telefono 795.762 - 795.763 - 780.730

SHURE M44 SERIES

I modelli economici che dettano legge

La serie M44 è costituita da testine i cui valori estremamente bassi della distorsione armonica e per intermodulazione, unitamente all'eccellente separazione tra i canali, determina un effetto stereofonico superlativo. Lo stilo è di tipo rientrante.
Mod. M44-5 con stilo da 0,0127 millimetri, funzionante con pressioni comprese tra 0,75 ed 1,5 grammi • Mod. M44-7 con stilo da 0,0177 millimetri, per pressioni comprese tra 1,5 e 3 grammi • M44C con stilo da 0,0177 millimetri, per pressioni comprese tra 3 e 5 grammi • Mod. M44E, con stilo da 0,0101 x 0,0177 millimetri ellittico bi-radiale, per pressioni comprese tra 1,75 e 4 grammi • Mod. M44G, con stilo da 0,0132 millimetri, per pressioni comprese tra 0,75 ed 1,5 grammi.

Tre nuovi millivoltmetri elettronici transistorizzati

...per ogni esigenza

Millivoltmetro tensioni continue PM 2430

per misure di tensioni nell'industria elettronica, elettrotecnica e grandezze non elettriche come dilatazione temperatura e spostamento statico, mediante captatori, nella metallurgia, chimica, geofisica, biologia e ricerche mediche.

Tensione continua:	1 mV . . . 300 V
Precisione:	2 %
Imped. d'ingresso:	1 MΩ . . . 100 MΩ
Predeflessione:	25 µV
Indicaz. di polarità:	automatica
Indicatore di zero:	3 µV
Alimentazione:	batterie
Dimensioni:	240x160x180 mm

Millivoltmetro tensioni alternate PM 2451

per misure di tensioni nella tecnica delle audiofrequenze, trasmissioni, frequenze portanti, ultrasuoni ed elettromeccanica.

Tensione alternata:	1 mV . . . 300 V
Precisione:	2 %
Imped. d'ingresso:	1 MΩ . . . 10 MΩ 30 pF . . . 8 pF
Gamma di freq.:	10 Hz . . . 7 MHz
Uscita amplif.:	2 Hz . . . 14 MHz (3 dB)
Predeflessione:	20 µV
Alimentazione:	rete o batterie
Dimensioni:	240x160x230 mm

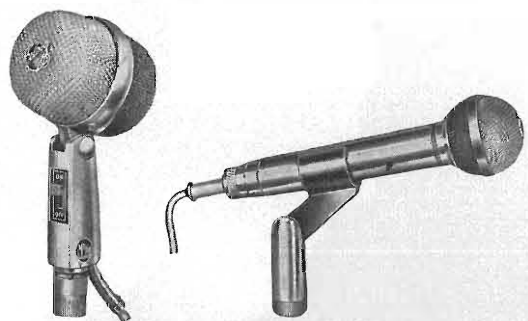
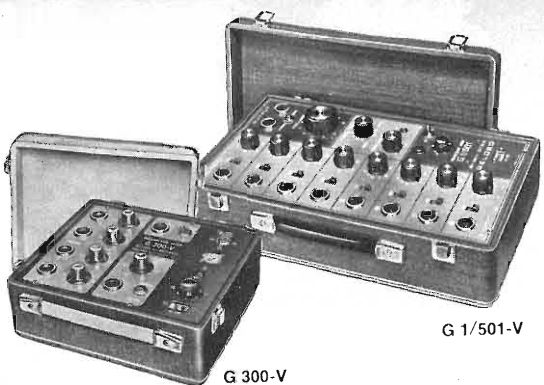
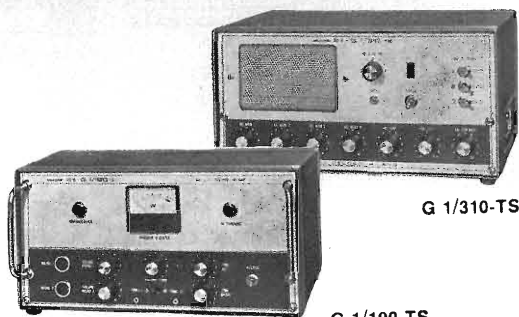
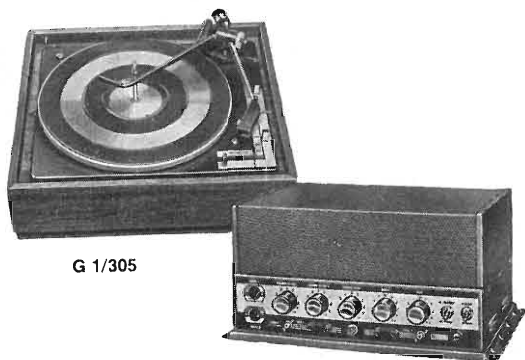
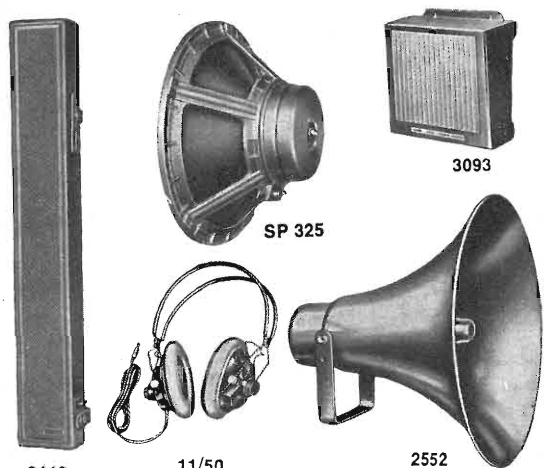
Voltmetro universale PM 2401

voltmetro universale di misura per tensioni continue ed alternate, correnti continue ed alternate e resistenze.

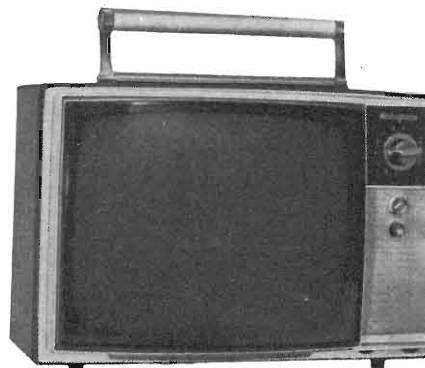
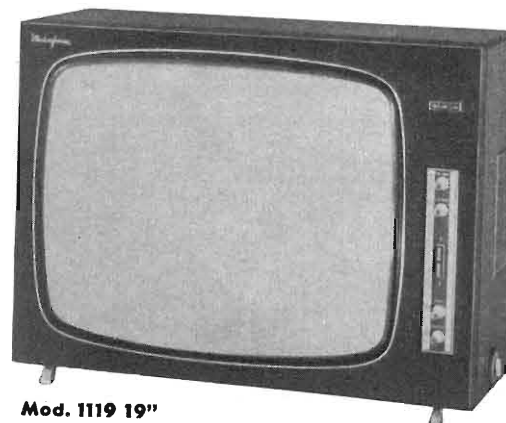
Tensione continua:	100 mV . . . 700 V
Tensione alternata:	100 mV . . . 300 V
Corrente continua:	100 µA . . . 10 A
Corrente alternata:	1 mA . . . 10 A
Resistenza:	100 Ω . . . 50 MΩ
Precisione:	3% (R = 4 . . . 5%)
Imped. d'ingresso:	1 Ω . . . 10 MΩ 50 pF . . . 7 pF
Gamma di freq.:	V : 2 Hz . . .2 MHz I: 20 Hz...100 MHz
Predeflessione:	1 divisione
Indicaz. di polarità:	automatica
Alimentazione:	batterie
Dimensioni:	240x160x180 mm

PHILIPS S.p.A., Reparto PIT-EMA
Piazza IV Novembre, 3
MILANO - Tel. 6994 (int. 243)

Chiedeteci il catalogo generale degli apparecchi elettronici di misura.

VOLTMETRI

MICROFONI DINAMICI
PREAMPLIFICATORI-MISCELATORI
AMPLIFICATORI A TRANSISTORI
COMPLESSI FONOGRAFICI
AMPLIFICATORI A VALVOLE
ALTOPARLANTI - COLONNE - TROMBE

GELOSO

LA PIU' VASTA GAMMA DI APPARECCHI & COMPONENTI PER IMPIANTI DI AMPLIFICAZIONE

RICHIEDERE CATALOGO ILLUSTRATO APPARECCHI, GRATUITO, ALLA GELOSO S.p.A. - VIALE BRENTA, 29 - 20139 MILANO

SIMPSON

VOLTMETRI ELETTRONICI

NUOVO MOD. 312
IMPEDENZA
16 MEGAOHM!

Questo voltmetro ha una ampia scala (178 mm) di facile lettura. Misura Volt c.c., c.a. (sino 250 MHz - in valore eff. e picco) e ohm. E' stato progettato specificatamente anche per misure in circuiti a stato solido che richiedono la sensibilità di 0,5 V f.s. e la precisione in c.a. (3%).

▲ **MILLIVOLTMETRO C.A. MOD. 715**

◀ **VOLTMETRO UNIVERSALE MOD. 311**

AGENTE ESCLUSIVO PER L'ITALIA:

Dott. Ing. M. VIANELLO

Sede: 20122 MILANO - Via L. Anelli, 13 - Tel. 553.811/081
Filiale: 00185 ROMA - Via S. Croce in Gerusalemme 97 - Tel. 772.941/250

IL NUOVO MISURATORE DI CAMPO VHF - UHF

UNA REALIZZAZIONE COMPLETAMENTE NUOVA ED ORIGINALE
LETTURA SU SCALA GRADUATA IN dB ED IN V.
MISURA SIA IL VIDEO CHE L'AUDIO
UNICA ENTRATA PER VHF E UHF
CONSULTAZIONE DI ECCEZIONALE SEMPLICITA'

Campo di Frequenza:	VHF da 50 MHz a 230 MHz UHF da 470 MHz a 860 MHz
Campo di Misura:	da 50 μV = 0 dB a 100 mV = 70 dB direttamente da 500 μV = 20 dB a 1 V = 90 dB con attenuatore da 20 dB in dotaz.
Alimentazione:	2 pile da 6 V.
Equipaggiamento:	9 Transistori ed 1 Diodo
Accessori:	1 Adattatore d'impedenza VHF 1 Adattatore d'impedenza UHF 1 Attenuatore da 20 dB 1 Custodia in cuoio

20149 MILANO
VIA S. SIRO, 9
Tel. 483.587 - 436.889

Per i critici musicofili

TESTINE FONOGRAFICHE AD ALTA FEDELTA'

Serie M 44

Rappresentano un traguardo di qualità ad un prezzo modesto.
Puntina di diamante con angolo d'incidenza a 15°, in conformità con gli standard usati dalle maggiori compagnie discografiche. Una rimarchevole riduzione delle distorsioni armoniche e d'intermodulazione... un'eccellente separazione dei canali... la puntina antigraffi, retrattile... queste sono alcune delle notevoli caratteristiche di questa serie di testine che viene classificata, a ragion veduta, fra le migliori oggi giorno sul mercato.

Nella serie M 44 troverete la testina piú consona alle vostre necessità:
mod. M 44-5 (solo stereo) con forza di trascinamento da 3/4 a 1, 1/2 gr.
mod. M 44-G (mono stereo) con forza di trascinamento da 3/4 a 1, 1/2 gr.
mod. M 44-7 (mono-stereo) con forza di trascinamento da 1, o 1/2 a 3 gr.
mod. 44-C (mono-stereo) con forza di trascinamento da 3 a 5 gr.
mod. 44-E (mono-stereo) puntabiradiale ellitica f. di tr. da 1, 3/4 a 4 gr.

Rappresentante esclusivo per l'Italia:
soc. LARIR International s. p. a.
Viale Premuda, 38a - MILANO

MALLORY BATTERIES SRL
20158 - MILANO
3, Via Catone
Tel. 3761888/90

Pile al mercurio e alcalino manganese

Agenzie con deposito:

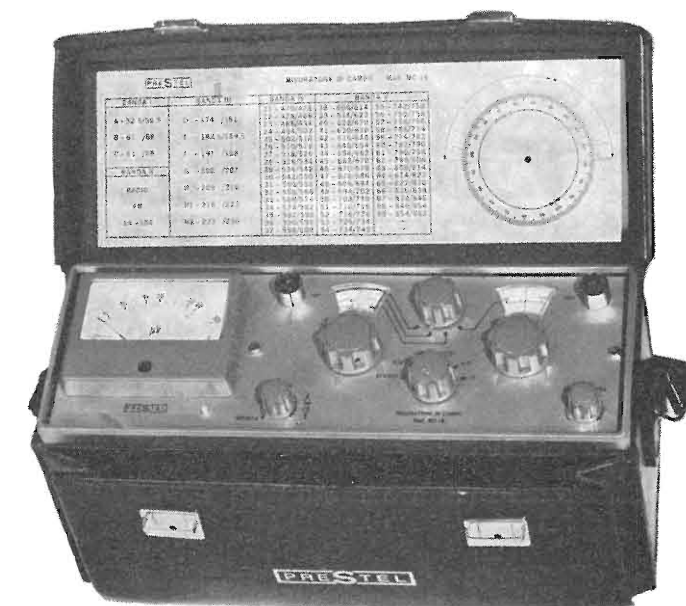
10143 - **TORINO** - 1, Piazza G. Perotti - tel. 740129
35100 - **PADOVA** - 9, Via Malaspina - tel. 37183
50122 - **FIRENZE** - 45, Via Tripoli - tel. 263583
42100 - **REGGIO EMILIA** - 2/1 Via Cambiatori - tel. 44.358
00100 - **ROMA** - Recapito: tel. 374057
80133 - **NAPOLI** - 22, Piazza Borsa - tel. 310726/643075

---

s. r. l. - 20154 MILANO
Corso Sempione, 48 - Telef. 312336

Misuratore di intensità di campo

a transistori UHF-VHF-FM

Mod. MC 16

Prezzo netto L. 98.000

Riceve tutti i segnali da 2,5 μV a 1 V • Sintonizza tutte le frequenze in soluzione continua da 40 a 230 MHz in VHF da 470 a 900 MHz in UHF • Rileva con ascolto in altoparlante le portanti FM e AM (TV - Radio - Dilettanti - Aeroservizi e qualsiasi altro segnale).

SENSIBILE - SELETTIVO - STABILE - SICURO - COMPLETO

È lo strumento indispensabile all'installatore e al tecnico TV

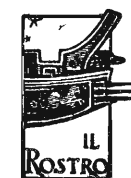
ANNO XL **4**

APRILE 1968 RASSEGNA MENSILE DI TECNICA ELETTRONICA

Proprietà EDITRICE IL ROSTRO S.A.S.
Gerente Alfonso Giovene

Direttore responsabile dott. ing. Leonardo Bramanti

SOMMARIO

Direzione, Redazione Amministrazione Uffici pubblicitari VIA MONTE GENEROSO 6/a - 20155 MILANO - Telefoni 32.15.42 - 32.27.93
C.C.P. 3/24227

La rivista di radiotecnica e tecnica elettronica *"l'antenna"* si pubblica mensilmente a Milano. Un fascicolo separato L. 500, l'abbonamento annuo per tutto il territorio della Repubblica L. 5.000, estero L. 10.000. Per ogni cambiamento di indirizzo inviare L. 50, anche in francobolli.

Concessionaria per la distribuzione in Italia: Diffusione Milanese - Milano - Via Taormina, 28 - Via Cufra, 23 - Tel. 6883.407 - 6883.417
Autorizz. del Tribunale di Milano 9-9-1948 n. 464 del Registro - Tipografia Edizioni Tecniche - Milano - Via Baldo degli Ubaldi 6

4

dott. ing. Alessandro Banfi

Il ventennale della TV italiana. Un primato che non si ripete

Nella primavera del 1948 si riuniva per la prima volta a Torino il « celebre » Comitato del C.N.R. presieduto dal prof. Giancarlo Vallauri, per la scelta dello « standard » da adottarsi per la televisione italiana.

E tale Comitato, composto di 17 membri (del quale faceva parte anche lo scrivente), parecchi dei quali sono venuti a mancare nel frattempo e fra i più noti lo stesso Presidente Vallauri, il prof. Colonnetti, il prof. Vecchiaedi, l'ing. Bertolotti e il prof. Marino, può a buona ragione chiamarsi « celebre », perchè servì realmente di guida alla televisione europea.

A quell'epoca infatti erano in concorrenza ben quattro « standard » differenti due dei quali in effettivo servizio (quello inglese a 405 righe e quello americano a 525 righe), uno proposto ed adottato immediatamente dalla Francia a 819 righe (la plus belle télévision du monde!) ed infine uno proposto dal C.C.I.R. a 625 righe per l'Europa e caldeggiato da un gruppo di valenti tecnici italiani.

Le discussioni e le riunioni del suddetto Comitato del C.N.R. si trascinarono per oltre un anno e nel frattempo vennero effettuate a cura della RAI e con la compartecipazione di importanti Compagnie inglesi, americane e francesi, oltre che un gruppo di industrie italiane sotto l'egida dell'ANIE, delle prove di trasmissioni sperimentali comparative dal Centro RAI di Torino-Eremo. In molti locali pubblici di Torino vennero esposti in funzione contemporanea, televisori funzionanti sui quattro « standard » in discussione, in modo che anche il pubblico tecnicamente incompetente potesse esternare un giudizio orientativo.

Al seguito di opportune, responsabili ed assennate discussioni, il Comitato C.N.R. emise il suo verdetto che suggeriva all'organo statale competente (Ministero Poste e Telecomunicazioni) l'adozione per l'Italia dello « standard » a 625 righe, 50 quadri interlacciati (25 immagini).

L'Italia fu la prima nazione europea (ad eccezione dell'Inghilterra e Francia) ad iniziare un servizio regolare di TV su tale standard e servì da « test » dal vivo per tutte le altre nazioni europee.

E lo « standard » italiano divenne, dopo qualche tempo di ottimo esercizio, lo « standard » europeo con qualche variante nella distribuzione dei vari canali irradiati.

Oggi pertanto, l'Italia può con un giustificabile orgoglio, rivendicare questo primato nella TV europea.

Ma tale primato nella TV in bianco-nero, non si è ripetuto purtroppo nella TV a colori: si sta anzi verificando, con nostra grande delusione ed umiliazione una sorta di primato alla rovescia, chè tutta l'industria responsabile europea è ormai lanciata a fondo nell'avventura del colore: noi stiamo ancora a guardare... non si sa bene per quale motivo imperscrutabile.

A.

Alfredo Ferraro

Introduzione alla televisione a colori *

13. - RIPRODUZIONE DELL'IMMAGINE A COLORI

La riproduzione dell'immagine a colori consiste dunque nella perfetta sovrapposizione delle tre immagini componenti, di cui una contenente il rosso del soggetto, una il verde e la terza il blu. La combinazione di queste tre immagini consente, in base a quanto già abbiamo detto, la riproduzione pratica di tutti i colori della scena ripresa. In principio, si usarono tre cinescopi distinti, dai fosfori rispettivamente rosso, verde e blu, oppure bianchi, ma dotati di filtri colorati, in modo che le relative immagini risultassero attraverso ciascun filtro, rossa, verde o blu. Mediante un adatto sistema ottico (analogo a quello usato in ripresa ma impiegato in senso inverso), le tre immagini venivano percepite sovrapposte dall'occhio, che forniva all'osservatore la risultante a colori, riproducente il soggetto ripreso, con soddisfacente fedeltà. Un tale sistema era tuttavia assai ingombrante e di laboriosa messa a punto: difficilmente avrebbe consentito la produzione su vasta scala di televisori TVc, basati su detto principio. Per tale motivo, vennero studiati e realizzati *cinescopi tricromatici* (o *tricromici*), in grado di sostituire, con un solo tubo, i tre tubi contemplati dal sistema cui abbiamo brevemente accennato. I cinescopi tricromatici, che chiameremo brevemente cinescopi TVc, forniscono sull'unico schermo di cui sono dotati, l'immagine risultante già composta, ovvero la perfetta sovrapposizione delle tre immagini componenti primarie, rossa, verde e blu. Di questi tubi, quello che ha avuto maggior successo e che è entrato nell'uso corrente, è quello a *tre fasci elettronici e a mosaico di fosfori*, di cui parleremo.

14. - CINESCOPIO TVc A TRE FASCI

Un cinescopio TVc, di qualunque tipo esso sia, si basa su due presupposti fondamentali:

a) in un'area dello schermo, sufficientemente piccola, per cui l'occhio vedendola da distanza normale di osservazione, la possa considerare come se fosse un punto, devono sussistere tutti e tre i fosfori, ossia, almeno una piccolissima particella rossa, una piccolissima particella verde e una piccolissima particella blu;

b) per ciascuna di dette areole elementari, ogni particella componente deve potersi illuminare indipendentemente dalle altre due, in modo che sia possibile, dosando opportunamente le rispettive eccitazioni, ottenere il colore desiderato (per esempio, un punto bianco sarà dato dalla eccitazione di tutte e tre le particelle, un punto giallo, da quella rossa e da quella verde contemporaneamente, un punto blu, solamente dalla particella blu ecc.).

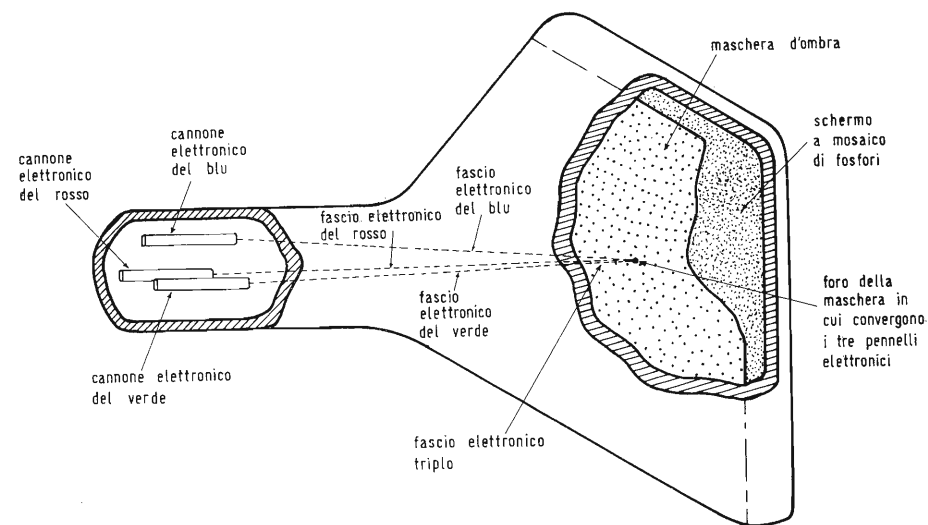



Fig. 8 - Disegno semplificato di cinescopio tricromico; sono visibili i tre cannoni elettronici, il fascio elettronico triplo, la maschera d'ombra e lo schermo a mosaico di fosfori.

(*) segue dal n. 3, marzo 1968 pag. 94.

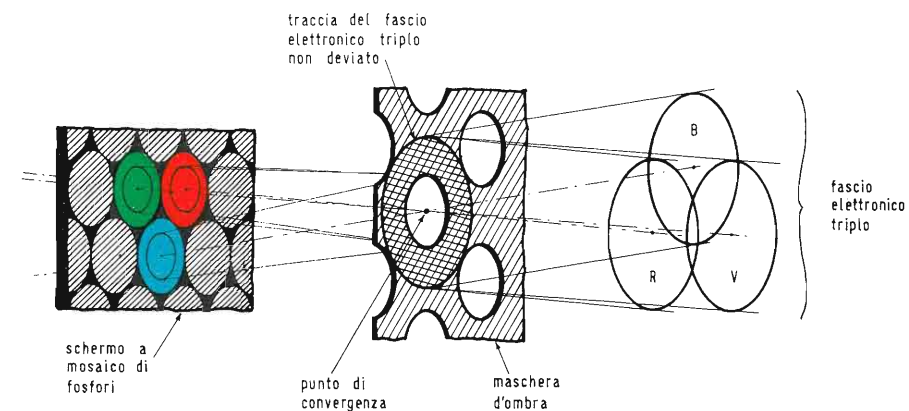



Fig. 9 - Eccitazione di una terna di particelle elementari dei tre fosfori. Solamente il 15 % circa degli elettroni è utile, poichè il rimanente 85 % viene catturato dalla maschera che si riscalda.

Nel cinescopio TVc a tre fasci, che è quello che ci interessa, sussistono appunto tre fasci elettronici che — nel loro insieme — costituiscono un *fascio elettronico triplo*. Ciascun fascio viene generato da un cannone elettronico separato (**fig.** 8) e anche il pilotaggio dei tre fasci componenti il fascio triplo è ovviamente affidato a tre elettrodi di controllo separati (griglie). Infatti, ogni fascio deve essere del tutto autonomo dagli altri due, altrimenti non sarebbe possibile il dosaggio differenziato delle tre componenti primarie. Come criterio di selezione, viene sfruttata la differenza fra le incidenze di ciascun fascio sullo schermo, ponendo fra questo e i cannoni elettronici, una adatta maschera traforata (fig. 9). Questa, poco distante dallo schermo, è dotata di fori distribuiti in modo tale che, rispetto a ciascun fascio, siano visibili solo gli elementi di fosforo che quel fascio elettronico deve colpire, ossia, tutti quelli di un colore, essendo quelli relativi agli altri due colori in ombra (fig. 10). È per questo motivo che si parla di *maschera d'ombra*.

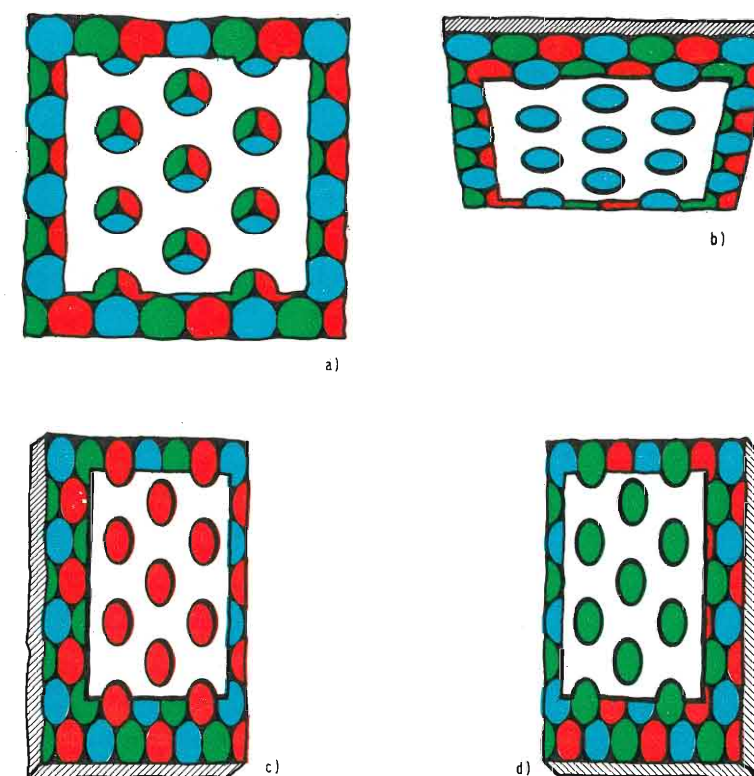
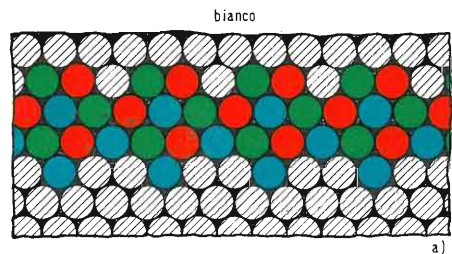
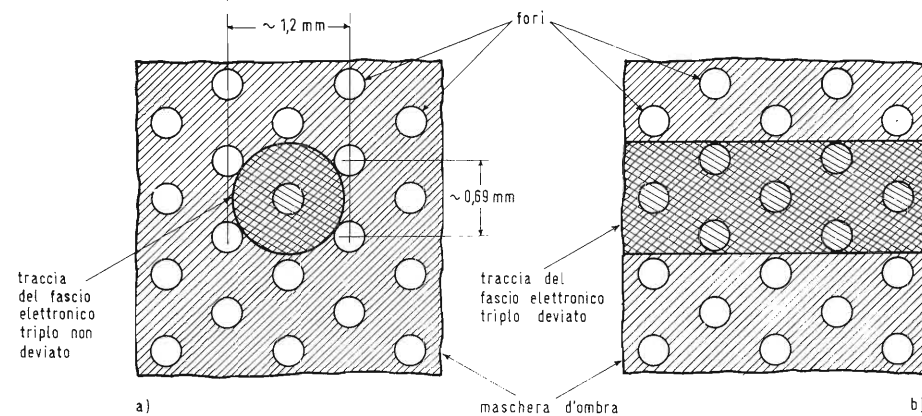
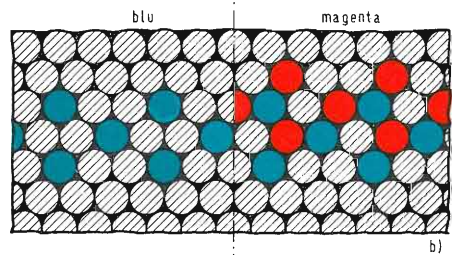



Fig. 10 - Funzionamento del cinescopio tricromico: *a*) lo schermo a mosaico visto perpendicolarmente, attraverso la maschera d'ombra; *b*), *c*) e *d*) come i tre fasci devono « vedere » gli elementi di fosforo, rispettivamente blu, rosso e verde.

Fig. 11 - Traccia del fascio elettronico triplo sulla maschera d'ombra: *a*) il fascio non è deviato ed è centrato su un foro della maschera; *b*) il fascio è deviato e centrato su un allineamento orizzontale di fori.

Fig. 12 - Esempi di righe, viste guardando lo schermo dall'interno del tubo: *a*) bianco; *b*) blu e magenta; *c*) rosso e giallo.

Nelle nostre figure sono colorate in rosso le particelle che, una volta eccitate, emettono luce rossa, in verde quelle che emettono sotto eccitazione luce verde e, in blu, quelle che emettono luce blu. In assenza di eccitazione, tutte le particelle sono incolori, ossia neutre. Dalle figure è evidente il criterio con cui i tre tipi di particelle, di forma circolare, sono distribuite sullo schermo; bisogna tuttavia tenere presente che le dimensioni geometriche dei disegni sono falsate rispetto alla realtà, per rendere le varie parti del tubo più evidenti.

15. - COMBINAZIONE DEI COLORI

Nel cinescopio TVc, la combinazione dei colori avviene per somma, sebbene le particelle dei tre tipi siano affiancate. Infatti, esse sono distribuite secondo un mosaico tanto minuto, che l'occhio non riesce, essendo fortunatamente imperfetto, a distinguere elementi vicini, quando sono così piccoli; pertanto si determinerà nell'occhio la mescolanza dei relativi effetti. I colori primari saranno determinati dalla presenza di un solo fascio elettronico, essendo gli altri due estinti.
La presenza in varie dosi dei due fasci darà la gamma dei colori che deriva dalla combinazione per somma dei due primari corrispondenti. La presenza di tutti e tre i fasci, infine, caratterizzerà il bianco o, dipendentemente dalle singole dosi (intensità dei fasci), di tutti i colori più tenui, contenenti del bianco.

16. - I CANNONI ELETTRONICI

Nei tubi TVc, l'insieme dei tre cannoni elettronici è montato sul collo del tubo, nella stessa posizione in cui, nei tubi TVm, è montato il solo cannone esistente. Le tracce degli assi dei tre cannoni, poi, su un piano ortogonale all'asse del tubo, definiscono i vertici di un triangolo equilatero.

17. - L'ALTA TENSIONE (E.A.T.)

I tubi TVc richiedono una E.A.T. dell'ordine di grandezza di 25 kV, a causa della presenza della maschera d'ombra. Valori così alti sono necessari in quanto, come risulta dalle figg. 9 e 11, la maggior parte degli elettroni cade sulla maschera e rimane inutilizzata; infatti, soltanto il 15% circa degli elettroni passa attraverso i fori e raggiunge lo schermo del tubo. Poichè la maschera cattura l'85% degli elettroni, se non si usassero E.A.T. così elevate, non si conseguirebbero valori sufficienti di luminanza.

18. - CONVERGENZA

I tre fasci elettronici vengono fatti convergere su un foro della maschera, nel cui centro si incontrano tutti e tre i relativi assi che si incrociano, passando dalla parte opposta, in modo che ciascun fascio interessi soltanto particelle di un colore.
In corrispondenza del foro della maschera, attraverso il quale i tre fasci passano contemporaneamente in un dato istante, non si verificano tuttavia frequenti collisioni fra elettroni di fasci diversi, poichè le distribuzioni elettroniche sono poco

compatte, nel senso che le piccolissime dimensioni geometriche degli elettroni rendono relativamente assai grandi le distanze che li separano uno dall'altro.
Il principio della convergenza è assai semplice tuttavia, nei televisori TVc, rappresenta un problema particolarmente importante, in quanto devono essere adottati opportuni circuiti, affinchè essa venga mantenuta — malgrado la deflessione del fascio triplo — qualunque sia il foro della maschera che viene attraversato in un dato istante.

19. - LA RIGA D'IMMAGINE

Nei cinescopi TVc, le righe d'immagine non sono così nettamente distinte come nei cinescopi TVm. Nella figura 9 si vede come una terna di particelle, una per ogni primario, viene eccitata dal fascio triplo. I pennelli elettronici che raggiungono gli elementi di fosforo sono ben più sottili dei fasci che colpiscono la maschera d'ombra e i fori di quest'ultima sono di diametro tale da rendere la sezione dei pennelli citati, addirittura più piccola della superficie di una particella di fosforo, il diametro della quale è già inferiore a mezzo millimetro (~ 0,45 mm). Un tale artificio viene adottato per garantire una certa tolleranza nella messa a punto dei circuiti, nel senso di evitare che gli elettroni di un fascio vadano a colpire, sia pure marginalmente, particelle di fosforo di un altro primario.
Il fascio elettronico triplo, spostandosi per effetto della deflessione orizzontale, interessa più allineamenti di fori. In pratica, la situazione non è così rigorosa come illustrato nelle nostre figure; la relativa instabilità del fascio, infatti, può far sfuggire elettroni, sia pure in numero ridotto, attraverso fori contigui, tuttavia è importante sottolineare che, se la messa a punto è regolare, la maschera d'ombra impedisce sempre che particelle di fosforo di un colore risultino eccitate da elettroni pertinenti ad un altro colore. Negli esempi teorici di righe da noi riportati, (fig. 12) le particelle non eccitate sono tratteggiate.
Analizzando da vicino lo schermo tricromico con una lente di ingrandimento, si nota una certa instabilità fra riga e riga, rispetto agli elementi di fosforo eccitati. Pure in corrispondenza delle zone in cui variano la luminanza o il colore o entrambi, si osserva una instabilità nella eccitazione degli elementi « di frontiera », le cui luminanze risultano infirmate da una certa incostanza. Si tratta tuttavia di fenomeni che, manifestandosi al di fuori del limite di percezione, dovuto alla acuità limitata dell'occhio, non hanno importanza, purchè sia corretta la distanza di osservazione. *(continua)*

A Roma il 14° centro europeo Honeywell per l'elaborazione dati.

Un nuovo Centro per l'elaborazione dei dati è stato inaugurato a Roma, in via Morgagni 30/E.
Dopo il centro elaborazione dati, aperto a Milano circa tre anni fa, è questo il secondo centro che la Honeywell ha posto a disposizione delle aziende e delle industrie nazionali per risolvere ogni problema nel campo dell'elaborazione elettronica. Con quello di Roma la Honeywell dispone ora di 14 centri in Europa, 7 in Giappone, 2 in Australia, 2 in Canada e circa 50 negli Stati Uniti. La società è per importanza la seconda nel mondo fra le aziende produttrici di sistemi di elaborazione dati e la prima nel settore dell'automazione integrata.
Una delle principali novità di quest'ultima realizzazione è che essa verrà collegata direttamente con tutti gli altri Centri europei. Ciò consentirà uno scambio costante e immediato di informazioni tra i vari calcolatori elettronici, che potranno aiutarsi suddividendosi quei problemi che, per mancanza di tempo o limitazioni di capacità, non potessero risolvere singolarmente.
Il nuovo Centro è dotato di un calcolatore H 200, il quinto, in ordine di grandezza, dei nove modelli della serie Honeywell 200. Nella sua unità centrale esso dispone di una capacità di calcolo molto elevata: è in grado di svolgere in un secondo 30.000 addizioni con numeri di cinque cifre, cioè alla velocità di un milionesimo e mezzo di secondo per ogni cifra. Le unità periferiche possono trasferire informazioni ai nastri magnetici alla velocità massima di 128.000 caratteri al secondo, e alle memorie ad un ritmo di oltre 208.000 caratteri, sempre al secondo.
Il calcolatore è inoltre collegato con unità meccaniche cosiddette lente, che consentono la trascrizione dei dati. E' in grado perciò di stampare 85.800 caratteri al minuto, di leggere 48.000 schede all'ora e di perforarne 24.000.
La maggior parte di queste operazioni possono essere svolte anche mentre l'unità centrale continua il suo lavoro di calcolo.

Aldo Negrotti

Note sull'impiego dei circuiti stampati*

4. - LAVORAZIONI MECCANICHE SUL C.S.

La lavorazione del laminato con il C.S. pronto prevede la tranciatura secondo la forma prevista e la creazione di fori di varia natura e scopo, sia cioè quelli per l'alloggiamento e il passaggio di vari elementi, sia quelli per l'inserzione dei reofori dei componenti, per la loro saldatura in circuito.
Sulla tranciatura di quello che chiameremo il «telaio del C.S.» (supporto più circuito) sembrerebbe breve il discorso. In generale, specie nelle fabbricazioni di massa, i vari C.S. sono preparati affiancati su una stessa lastra di grandi dimensioni. L'ottenimento dei singoli pezzi è quindi ottenibile con lavorazioni meccaniche intuitive. Ci rifacciamo però qui a quanto detto, in altra parte, a proposito di certe «stranezze» riscontrate a carico di alcune realizzazioni osservate in commercio. Si noti ad esempio il disegno (fig. 56) che riproduce la sagoma di un telaietto per una «radiolina» a transistor commerciale e si osservi il C.S. relativo, riprodotto in molte copie su un'unica lastra (fig. 57). Un progetto evidentemente di scarsa fantasia, ha portato alla creazione (A) di una sporgenza necessaria per l'alloggiamento di pochi componenti relativi alla «rivelazione»: diodo, resistenza di carico, condensatore by-pass.
La presenza di questa sporgenza obbliga all'adozione di un ferro-trancia, per la separazione dei singoli telaietti dalla lastra generale. Una lavorazione con attrezzatura diversa è impensabile, per ragioni economiche (e di tempo, il che è lo stessa cosa). Il trasporto di questi pochi elementi in altra posizione, magari a costo di un piccolo allargamento del telaio (in verità, di ben pochi mm) avrebbe consentito di creare una sagoma rettangolare (B). Il risultato? Uso di un ferro-trancia più semplice, oppure addirittura ritaglio della lastra con una sega circolare, con riduzione di costi.
Abbiamo già accennato a fori o cave strane e di forme controproducenti: per esempio nella fig. 57 il telaio A prevede la tranciatura della zona, non utilizzata, tratteggiata crea le due zone, punteggiate, di facile rottura, molto delicate. È opportuno quindi limitarsi alla tranciatura del foro centrale, lasciando la zona anche sgombra di componenti, ma che dona una buona robustezza al telaio, oppure riportare su questa alcuni elementi. In quest'ultimo caso è evidente che una distribuzione di maggiore respiro sarà ottenibile per tutti gli elementi. Non insistiamo oltre sull'argomento, passando ad esaminare il problema della foratura per il passaggio dei reofori dei componenti.
Il numero dei fori è quasi sempre molto elevato e la produzione di massa non può trarre profitto da una loro creazione con procedimenti manuali.
È necessaria perciò l'attrezzatura di un ferro-trancia che assume a volte costi rilevanti, sia di costruzione che di manutenzione.
Si noti che questo può dipendere dal fatto che i fori non possono sempre essere individuabili secondo ascisse ed ordinate semplici.
È stato perciò introdotto l'uso del cosiddetto reticolo (fig. 58), idea in verità molto semplice. Ogni foro deve essere distanziato dagli altri secondo un «passo» ben definito e trovarsi sulla intersezione di rette verticali e orizzontali equidistanti.
In questo modo è possibile attrezzare un ferro-trancia «standard» con una serie di fori tutti equidistanti e che, di volta in volta sono utilizzati, secondo il C.S. in causa, solo nel numero e nella posizione necessari (fig. 59).
L'attrezzo è così impiegabile per C.S. diversi, la sua attrezzatura e la sua messa in funzione molto rapide, ed il suo ammortamento è ripartito su molti prodotti diversi.
Naturalmente, nella fase di esecuzione del disegno e nel piazzamento dei componenti occorre fare in modo che i conduttori, le tracce, si trovino in coincidenza (fig. 60) con i punti forabili secondo il «reticolo» e ciò porta ad uno sforzo un po' superiore per il disegnatore ed il progettista. Eventuali deroghe a tale concetto, nei casi di veramente impossibile soluzione di tracciatura di qualche posizione, fori supplementari possono sempre essere previsti per un secondo tempo con mezzi diversi (fig. 61).
Il reticolo è stato unificato nella misura anglo-sassone di mm 2,54 (1/10 di pollice) mentre in Italia si tenderebbe ad usare il valore decimale di mm 2,5. Altrove è stato anche proposto il passo 3 mm, presentando questo una maggiore flessibilità, partecipando ad un sistema duodecimale.
Forature di numero limitato di pezzi sono ottenute con vari sistemi, trapani normalmente azionati a mano e mezzi ibridi, cioè trapani azionati con ausili automatizzati.
Uno dei sistemi ibridi è quello a pantografo, dove un operatore scorre con la punta tastatrice una piastra, in scala ingrandita, con fori nelle posizioni adeguate (fig. 62). Ogni volta che la tastatrice entra in un foro provoca un contatto di un micro-switch che dà il consenso all'abbassamento della punta elicoidale di perforazione, ad alta velocità (a volte a turbina pneumatica). Una eventuale sovrapposizione di due o più laminati divide per uguale valore il tempo necessario per l'operazione.
La foratura è bene che sia iniziata dalla parte del rame che trova così nel laminato sottostante una buona superficie d'appoggio. L'operazione effettuata dall'altra parte provoca un locale distacco del rame, in conseguenza all'avanzamento dell'utensile.

(*) segue dal n. 3, marzo 1968, pag. 108.

Fig. 56 - Telaio C.S. di radioricevitore.

Fig. 57 - Telai C.S. raggruppati in unica lastra di laminato e forme di telai.

Fig. 59 - Utilizzazione dei fori e dei punzoni necessari per vari C.S.

Fig. 58 - Reticolo.

Fig. 60 - Spostamento delle tracce per l'uso del reticolo.

Fig. 61 - Fori non coincidenti col reticolo.

4.1. - MONTAGGIO DELLE PARTI STACCATE (COMPONENTI)

Come per le altre fasi della lavorazione abbiamo distinto i sistemi manuali da quelli più o meno meccanici: così dobbiamo fare per il montaggio sul C.S. delle parti staccate, cioè i cosiddetti componenti.
Il sistema manuale è rappresentato dall'inserzione, da parte dell'operatore, dei reofori attraverso i fori, lasciando il corpo dell'elemento dalla parte non ramata. Un colpo di forbice o di tronchesino asporta il di più, lasciando 1 mm circa di filo sporgente sul rame. Viene effettuata quindi la saldatura, apportando in luogo la necessaria quantità di stagno. Ricordando che, se il corpo è direttamente a contatto col laminato, il reoforo rimanente ha una lunghezza totale uguale a poco più dello spessore dell'isolante di base (in genere mm 1,5) insistiamo ancora un

Fig. 62 - Foratura con pantografo semi-automatico.

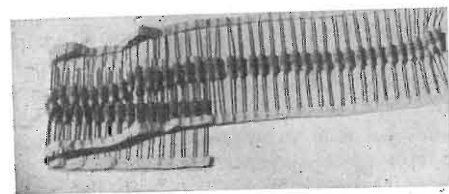
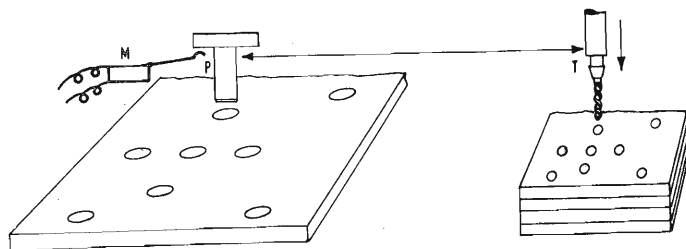



Fig. 65 - Componenti in strisce.

volta sulla presenza dell'« urto termico » e quindi sulla necessità di abbreviare al massimo il tempo dell'operazione.

Alcuni avvertimenti sono necessari. Dovendosi montare un certo numero di elementi, per esempio condensatori, resistenze, ecc., il lavoro può essere svolto in due modi distinti. Si possono inserire come prima fase tutti i componenti, piazzando il « telaio » su un apposito sostegno. Una leggera divaricatura dei reofori (fig. 63) ne consente il trattenimento « in loco » quando, rovesciato il sostegno, si procede al taglio dei reofori ed alla loro saldatura punto per punto. Si può invece procedere all'operazione completa per ogni singolo elemento: inserzione, taglio, saldatura.

I due sistemi presentano vantaggi e svantaggi. Se dal primo si può contare di ottenere una maggiore speditezza, al secondo si può invece riconoscere una minore monotonia di lavorazione, cosa che vista sotto il profilo psicologico non deve essere trascurata nella organizzazione del lavoro, dato che in ultima analisi, può essere fonte di miglior rendimento del personale. D'altra parte, la specializzazione del lavoro consente un minor numero di errori: un operatore provvede sempre all'inserzione degli stessi elementi nelle stesse posizioni, un operatore successivo si occupa del taglio dei reofori, un terzo infine delle saldature.

Il sistema consigliato di divaricare i reofori per impedire la sfilatura del componente all'atto del capovolgimento del telaio presenta un inconveniente sia pure non grave. Dovendosi procedere, durante una riparazione, alla sostituzione di un elemento, l'estrazione dal foro di un breve tratto di filo rigido curvato presenta infatti qualche difficoltà. È possibile in alcuni casi evitare questa piegatura. Ciò avviene quando tutti i componenti sono di uguale spessore, o con dislivelli, in altezza, minimi. Vengono allora tenuti in posizione, per mezzo di un tampone in gomma, spugne, moltoprene, ecc. (fig. 64).

Nelle produzioni di grandi serie, alle doti di speditezza della creazione del C.S. per se stesso, si è ormai aggiunta quella del montaggio delle parti staccate, affidata all'inserzione automatica ed a sistemi particolari di saldatura.

L'inserzione dei componenti più semplici è ormai un fatto compiuto e gli elementi stessi sono predisposti in maniera opportuna. Resistenze e condensatori sono forniti dai fabbricanti montati su nastri a distanze standard (fig. 65). Questi nastri vengono posti in macchine speciali che procedono al loro avanzamento automatico, al taglio a misura adeguata dei reofori, alla loro piegatura secondo

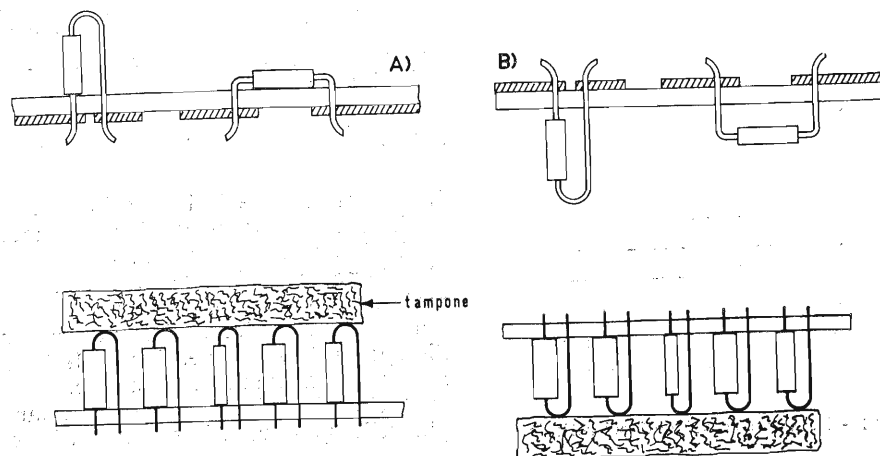



Fig. 63 - Reofori di componenti divaricati sotto il C.S.

Fig. 64 - Tampone in moltoprene per capovolgimento del C.S.

la distanza dei fori in cui devono passare (l'adozione del reticolo è qui molto importante) e alla introduzione nel laminato.

Una macchina è sorvegliata da un solo operatore che ha il compito di controllarne il lavoro e di provvedere alla sua « alimentazione » con i componenti. Oltre che introdotti, disposti su un nastro, essi possono essere versati in un apposito magazzino a tramoggia, dal quale escono ordinatamente per le operazioni di impiego. Il montaggio va poi completato di quegli altri elementi la cui automazione risulterebbe superflua o più costosa (M.F., trasformatori, parti complesse, ecc.).

4.2. - SALDATURA DEL C.S.

La saldatura dei vari punti, oltre che, come abbiamo detto, punto per punto, può essere effettuata contemporaneamente su tutti.

A questo scopo, il telaio, portante tutti i componenti alloggiati nelle rispettive sedi, e con i reofori già tagliati a misura, viene posto a contatto con un bagno di lega per saldatura, mantenuto in fusione, lambendone la superficie. Lo stagno non deve debordare al di sopra del laminato, per non danneggiare il materiale che vi si trova.

Prima di questa operazione occorre provvedere alla stesura di uno dei soliti disossidanti, flusso, colofonia, ecc. se già non esiste, come nel caso che abbiamo indicato parlando della protezione per il magazzinaggio dei C.S. La stesura del disossidante può essere fatta per spatolatura semplice, seguita da essiccazione del prodotto. Un sistema migliore, che comporta minore uso di materiale è la spruzzamento ad aria compressa, oppure col passaggio del laminato su « schiuma » di disossidante ottenuta in questo modo. Un contenitore ha il fondo costituito da una piastra porosa (ad esempio ceramica o metallo forato) attraverso la quale viene pompata aria compressa. Il passaggio di innumerevoli bollicine trasforma il liquido in schiuma, che tra l'altro è di rapida essiccazione. Il materiale copre sia il C.S. che i reofori dei componenti.

La stagnatura « globale » di tutti i punti del circuito può essere effettuata con sistema manuale. Essa è certamente poco impegnativa dal punto di vista dell'attrezzatura, ma poco conveniente in quanto soggetta ad imprecisione da parte dell'operatore, che può esagerare immergendo troppo il telaio e quindi rovinando il materiale, oppure troppo poco lasciando perciò zone scoperte e non saldate. Il tempo di contatto con lo stagno fuso è poi molto importante, sia agli effetti del già citato « urto termico » sia a quelli di un « imbarcamento » della lastra di supporto, soggetta ad un notevole riscaldamento su tutta la sua superficie. L'operatore inoltre è a contatto con vapori nocivi svolti dal bagno, una lega come è noto di stagno e piombo, con pericolo di intossicazione (« saturnismo »). Occorre quindi provvedere ad una ventilazione, che però introduce un inconveniente, quello di una rapida ossidazione superficiale del metallo fuso.

Macchine semi-automatiche ed automatiche sono usate quindi anche per questa operazione. I telai di C.S. sono posti su carrelli mobili, e da questi portati a lambire lo stagno fuso. Alla fine del percorso il carrello si solleva e lo stagno rimane nei punti previsti. È necessario che il livello della lega fusa sia mantenuto costante ed a ciò provvede una apparecchiatura collaterale di alimentazione.

Un inconveniente del sistema descritto è che all'atto dell'appoggio sulla superficie del bagno, tutta la superficie del telaio viene contemporaneamente riscaldata. A parte la grande quantità di calore sopportata, le zone centrali non sono in grado di smaltire i vapori sviluppati dalla rapida evaporazione del disossidante. Ciò provoca bollicine, pregiudicanti la buona saldatura di alcuni punti, o lo schizzamento di stagno fuso, attraverso fori non completamente occlusi da reofori, verso l'altra parte del telaio, con possibilità di danneggiamento o di cortocircuiti (fig. 66).

Un sistema migliore del precedente è quindi quello noto sotto il nome di « saldatura a ondata ». Si utilizza una macchina che porta, nel bagno di stagno fuso, una specie di turbina o di pompa. Il metallo liquido viene costretto ad uscire

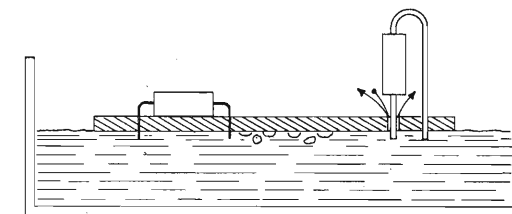



Fig. 66 - Saldatura a bagno totale.

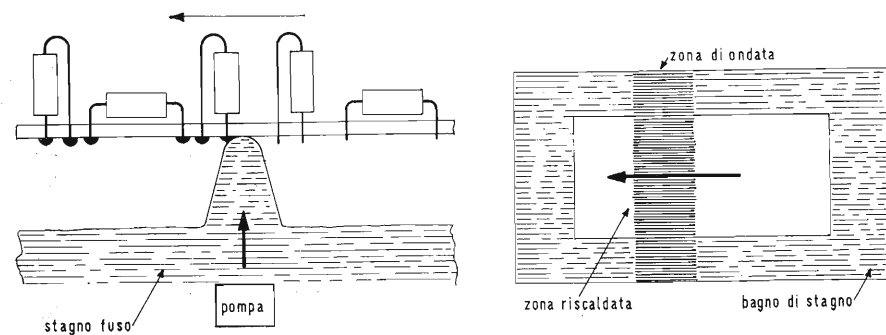



Fig. 67 - Saldatura a bagno a « onda ».

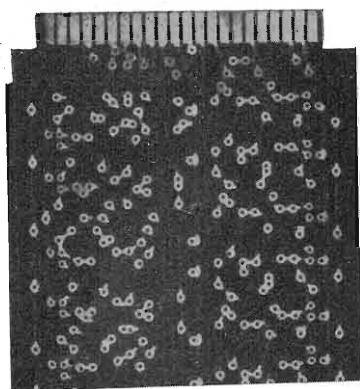



Fig. 68 - Protezione delle zone non saldabili.

da una fessura sottile, creando una specie di onda o di cresta (fig. 67). È solo su questa che viene ad essere posta in contatto la superficie del telaio da saldare, transitandovi sopra per mezzo del carrello trasportatore. La velocità di spostamento è regolata per evitare i soliti inconvenienti. Il rapido movimento relativo tra laminato e stagno assicura una buona saldatura, una buona evacuazione dei gas del disossidante ed elimina la rimanenza di « ponti » di stagni fra tracce molto prossime fra loro. Anche il riscaldamento generale è ridotto, dato che esso si verifica solo su una striscia di piccole proporzioni, rispetto alla superficie totale del telaio.
Il tempo di contatto (velocità del carrello) con la lega di stagno-piombo è bene sia regolabile: generalmente si aggira sui $4 \div 6$ m" La lega più usata è la 40/60 (rapporto dei due metalli, con introduzione a volte di piccole parti di altri metalli, come l'argento, che assicurano una migliore scorrevolezza ed una buona presentazione delle saldature, ben brillanti.
Accade a volte che il distacco dal bagno avviene in condizioni di temperatura tali da creare dei «ghiaccioli» delle specie cioè di stalagmiti di lega. Ciò viene evitato con l'uso di uno strato, sulla lega fusa, di olio per saldatura (esempio Peblum A della Shell). Anche uno scuotimento del telaio, mentre la lega è ancora fluida agevola il distacco di materiale eccedente, specialmente fra tracce vicine, che solidificandosi rappresenterebbero dei cortocircuiti.
Sia il bagno manuale che quello automatico, vede la superficie della lega ossidarsi. Una spatola (funziona molto bene in mica) scorrente sulla superficie asporta le scorie ossidate.
Notiamo inoltre che la presenza dell'olio citato sulla superficie della lega fusa ne minimizza la possibilità di ossidazione con formazione di scorie, il che risulta conveniente per la buona saldatura.
Comunque effettuata, la saldatura per contatto con lo stagno fuso, o globale, rappresenta certamente uno spreco di materiale, rispetto a quella eseguita « punto per punto ». Infatti risulta ricoperto di stagno tutto il circuito, non solo i punti relativi ai reofori dei componenti. Come vantaggio si può assumere il fatto di un indubbio rafforzamento meccanico delle tracce, mentre per contro è innegabile un costo un po' superiore.
Per conciliare le esigenze in contrasto, si è adottato il sistema di saldatura combinato « punto per punto contemporaneo ».
Per ottenere questo risultato, il C.S., prima dell'introduzione dei componenti riceve, dalla parte del rame, una copertura di una vernice speciale (poliesteri), depositata per spruzzatura attraverso maschere appropriate, o per serigrafia o altro sistema. Ne restano esenti solo i punti e le zone su cui interessa si depositi lo stagno. Resistente alla temperatura della lega di saldatura fusa, questa copertura inibisce l'adesione del metallo (fig. 68).
Tornando sulla saldatura globale (con protezione o meno) per mezzo di macchine automatiche illustriamo brevemente tutto il ciclo che può comprendere anche fasi supplementari, atte a migliorare l'operazione.
Il carrello porta circuito inizia la sua corsa passando sopra una spatola, o un getto, o un recipiente con schiuma di disossidante. Successivamente un soffio di aria calda o una irradiazione con infrarossi, provvede ad essiccare il materiale. Dopo di questo, avanzando ulteriormente, il tutto è investito da un altro soffio di aria calda che ha lo scopo di portare ad una certa temperatura tutti i componenti, al fine di diminuire, col contatto successivo con la lega di saldature, il famoso « urto termico ». Avviene quindi il passaggio sull'onda di lega fusa, poi un rapido e leggero scuotimento per allontanare il metallo non necessario. Un getto di aria fredda provvede a portare rapidamente il tutto a temperatura ambiente.
Alcune macchine a ciclo totale come descritto possono arrivare ad una produ-

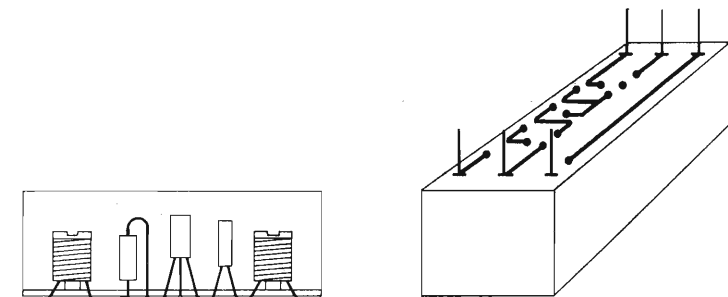



Fig. 69 - Circuito conglobato o « mummificato ».

zione di alcune migliaia di pezzi nella giornata lavorativa. Il loro costo è forte, ma risultano adottabili là dove la produzione è di forti quantitativi.

4.3. - MUMMIFICAZIONE

La mummificazione consiste in un conglobamento di un circuito, stampato o no, completo o meno di componenti, in una massa isolante solida, allo scopo di conseguire una notevole e duratura protezione contro l'umidità, la polvere, i corpi estranei, gli urti, le vibrazioni, ecc. Quantunque l'argomento esuli un poco dal nostro tema, ne daremo tuttavia qualche cenno, utile per chi voglia raggiungere le finalità suddette, per i propri C.S.
Il materiale impiegato è una resina sintetica del tipo plexiglass, con opportuno catalizzatore per l'accelerazione del processo di indurimento. Esempi ormai comuni sono oggetti di varia natura, insetti, fiori, figure varie, inseriti in blocchetti trasparenti di plastica, in normale commercio e di origine per lo più giapponese.
È anche impiegata l'« Araldite » un prodotto reperibile in commercio in due formazioni. Il tipo « D » richiede una temperatura ambiente per la polimerizzazione, il tipo « F » ha bisogno invece di $70 \div 80°$.
Il processo è accelerato da catalizzatori (esempio HY951), che va aggiunto nella proporzione del 7% in peso. Occorre la più perfetta omogeneità della miscela, ottenuta con una accurata mescolazione. Durante l'operazione si può notare la formazione di bollicine d'aria, che rimangono in sospensione nella massa, piuttosto densa. Prescindendo dal lato estetico, esse possono trattenere tracce di umidità che, venendo in seguito a contatto con le parti elettriche conglobate, le potrebbero danneggiare. Bisogna quindi lasciare riposare la miscela prima dell'impiego, mantenendola a temperatura inferiore a quella di polimerizzazione, per dare tempo alle bolle di affiorare in superficie. Ciò può anche essere agevolato ponendo il recipiente sotto campana pneumatica con un certo grado di vuoto.
L'operazione di mummificazione comporta le seguenti operazioni. Si predispone un contenitore scomponibile o distruggibile (a pareti mobili o in cera) per l'estrazione. Desiderando una buona levigatura delle pareti del prodotto finale, ottenendo così una buona trasparenza ed una buona presentazione, l'interno dello stampo è ben pulito e lucidato mentre una spalmatura di grasso di silicone facilita lo stacco del blocco, una volta indurito.
Il circuito va posto al centro dello stampo ed ivi trattenuto con opportuni accorgimenti, ad esempio un fondo di Araldite già sufficientemente indurito. Si cola lentamente la miscela, curando che ogni spazio sia ben riempito. Per l'Araldite D alla temperatura di 20° la polimerizzazione è raggiunta in $5 \div 6$ ore, riducibili ad 1 ora a circa 30°.
L'Araldite presenta un certo grado di « ritiro » e ciò può provocare tensioni meccaniche pericolose per l'integrità degli elementi incorporati. Ciò può essere minimizzato in vari modi. Prima di tutto, diminuendo al massimo possibile la quantità di resina, specie nei punti critici, dando forme particolari allo stampo. Inoltre aggiungendo alla miscela, ancora allo stato di fluidità, una certa percentuale di polveri inerti, come silicio, farina fossile, ecc. La trasparenza viene in tal caso diminuita.
Il collegamento al circuito conglobato è effettuato con fili flessibili o rigidi uscenti dal blocco. Essi possono anche servire, nella fase di conglobamento, per posizionare il pezzo nello stampo.
Il prodotto finito si presenta come un blocco rigido, più o meno trasparente, infrangibile. La riparazione delle parti interne è pressochè impossibile, anche se ultimamente è apparso un liquido capace di sciogliere le resine polimerizzate.
L'impiego della mummificazione è pertanto riservato ai casi di parti altamente qualificate, di funzionamento in condizioni molto impegnate, e di apparati di sicuro e provato affidamento (professionali). (fig. 69). *(continua)* A

dott. ing. A. Nicolich

Panorama dei sistemi di modulazione e di trasmissione

Lo scrivente, vivendo nel mondo degli studenti di elettronica, ben conosce le necessità dei tecnici, o dei giovani che si apprestano a diventare tali; ha avuto il modo di rilevare una certa confusione, che regna presso tale categoria di persone, circa i recenti sistemi di modulazione e di trasmissione diversi dalle classiche modulazioni di ampiezza e di frequenza. È quindi sua convinzione che una breve esplicativa esposizione di simili tecniche, possa loro giovare e colmare spiacevoli lacune della loro preparazione.

1. - MODULAZIONE A IMPULSI

In passato si trasmetteva il segnale di intelligenza trasferendolo sopra una radiofrequenza portante e trasmettendolo nella sua integrità. In tempi più vicini a noi, si è trovato che il segnale da trasmettere può essere *campionato* ad intervalli discreti, ottenendo impulsi atti a modulare la portante. Se il ritmo di campionatura, cioè il numero di impulsi per secondo, è almeno due volte e mezza la componente di frequenza più alta contenuta nel segnale d'intelligenza, si può ricostruire il segnale originale con sufficiente fedeltà.

Usando la modulazione a impulsi, l'energia viene trasmessa solamente durante gli intervalli di campionatura degli impulsi; in conseguenza, il ciclo di lavoro del trasmettitore è molto basso. Ad esempio, nel caso delle comunicazioni vocali, supponendo che la massima frequenza del parlato sia 4 kHz, conviene assumere la velocità di campionatura di $2{,}5 \cdot 4 \cdot 10^3 = 10^4$ impulsi/sec. Il periodo di ricorrenza di ciascun impulso risulta, in corrispondenza 10^{-4} sec ossia 100 µsec, cioè si ha un impulso ogni 100 µsec. Poichè la larghezza, o durata, di un impulso è dell'ordine di 1 µsec, è chiaro che il trasmettitore si trova allo stato di riposo per un tempo molto maggiore di quello corrispondente allo stato di lavoro. Ciò permette o di iniettare molti altri canali d'intelligenza su una stessa portante (multiplex), ovvero di irradiare potenze di cresta di segnale molto alte, con mezzi di potenza media bassa. Quest'ultima possibilità conduce ad un alto rapporto segnale/disturbo e ad una maggiore portata del trasmettitore.

2. - TIPI DI MODULAZIONE A IMPULSI

Per la conversione dell'ampiezza campionata del segnale d'intelligenza in una conveniente forma di impulsi, si sono elaborate numerose tecniche. Tra esse ricordiamo:

1) modulazione di ampiezza d'impulsi (PAM). La tecnica più semplice è di ritenere che l'ampiezza dell'impulso rappresenti l'ampiezza del segnale d'intelligenza in ogni particolare istante, come indica la fig. 1; si noti che l'ampiezza minima degli impulsi (cioè l'ampiezza dell'impulso più basso) corrisponde al massimo negativo del segnale d'intelligenza;

2) modulazione a durata d'impulso (PDM) detta anche modulazione a larghezza d'impulso (PWM). Con questo tipo di modulazione, l'ampiezza degli impulsi campionati rimane costante, mentre l'ampiezza del segnale d'intelligenza (all'istante della campionatura) determina la larghezza degli impulsi, come indica la fig. 2b; si noti che la larghezza degli impulsi raggiunge il massimo in corrispondenza al massimo positivo del segnale d'intelligenza, mentre diminuisce ad un minimo in corrispondenza del massimo negativo del segnale d'intelligenza;

3) modulazione di posizione d'impulsi (PPM). Questo genere di modulazione è indicato in fig. 2c, in essa le verticali tratteggiate corrispondono alla posizione della mezzaria degli impulsi, quando il segnale d'intelligenza è zero. Un incremento dell'ampiezza positiva di questo segnale, provoca uno spostamento dell'impulso a destra (ritardo), mentre le ampiezze negative spostano l'impulso a sinistra (anticipo); in entrambi i casi, l'entità dello spostamento è proporzionale all'ampiezza del segnale da campionare.

Fig. 1 - Modulazione di ampiezza d'impulso.

Fig. 2 - Modulazione di durata d'impulso e di posizione d'impulso.

Fig. 3 - Soppressione dei disturbi con la modulazione a posizione d'impulso.

Ognuno dei segnali impulsivi sopra presentati può essere usato per modulare in ampiezza, o in frequenza, o in fase, una portante RF. Il sistema definitivo di trasmissione può quindi essere una delle varie possibili forme, come PAM-MA, PAM-MF, PDM-MA etc.

Poichè il segnale modulante definitivo è costituito da una serie di impulsi di breve durata, esso contiene molte componenti armoniche di alta frequenza e l'onda RF modulata risultante occupa un vasto spettro di frequenze. È per questa ragione che generalmente le comunicazioni per impulsi sono confinate nella regione delle UHF. Sotto questo riguardo, la PAM è la modulazione meno esigente. Poichè l'intelligenza è funzione dell'ampiezza degli impulsi, la distorsione della *forma* degli impulsi, non ostacola la ricostruzione del segnale di intelligenza originale.

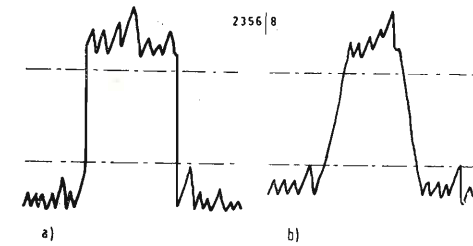
Sfortunatamente, la PAM, come nel caso di qualsiasi segnale modulato in ampiezza, può essere gravemente influenzato dalle interferenze disturbanti. D'altra parte, con la PPM o la PDM, l'ampiezza degli impulsi non convoglia tutta l'intelligenza. Il disturbo di fondo (disturbi fra gli impulsi, o «erbe» che oscurano la parte inferiore degli impulsi), come pure i disturbi, che capitano alla sommità degli impulsi, possono essere eliminati mediante limitazione di ampiezza (azione di tosatore-limitatore) in alto e in basso, conservando solo la parte centrale dell'impulso (v. fig. 3a). Amplificando successivamente la parte centrale, l'impulso ricostruito non presenta traccia di disturbo.

Però, tale ottima immunità ai disturbi può essere ottenuta solo se le larghezze di banda del trasmettitore e del ricevitore sono abbastanza ampie da permettere una salita a gradino rapida come in fig. 3a. La larghezza di banda necessaria è $B = 2/$larghezza dell'impulso. Se la larghezza di banda del sistema trasmittente ricevente è limitata, la forma dell'impulso subisce distorsione come indica la fig. 3b. Si noti che ora la tosatura altera la posizione e la larghezza dell'impulso; in conseguenza, il disturbo può deteriorare, in una certa misura, il segnale di uscita.

3. - MODULAZIONE D'IMPULSI A CODICE

Nei sistemi sopra elencati, si fa uso di una variazione, o di ampiezza, o di larghezza, o di posizione, degli impulsi per convogliare l'entità della variazione del segnale d'intelligenza. È chiaro che i disturbi o altri tipi di interferenze possono alterare gli impulsi e dar luogo ad errori nell'ampiezza del segnale ricostruito. Anche l'eventuale non linearità degli amplificatori e dei modulatori in trasmissione, degli amplificatori e dei traslatori del ricevitore, può generare errori. Nelle comunicazioni telefoniche, tali errori possono non essere eccessivamente gravi. Invece occorrono una maggiore precisione e una migliore immunità dai disturbi, quando si trasmettono informazioni a codice, come quelle usate per i telecomandi dei missili, o dati telemisurati da un satellite in orbita. La modulazione a codice d'impulsi accresce la fidabilità trasmettendo dati in unità numeriche (digitali). La precisione della trasmissione dipende allora dal numero di digiti usato nel codice ed è indipendente dalla linearità dell'apparecchiatura. In conseguenza, i disturbi non possono provocare alcun errore fintanto che sia possibile distinguere il treno d'impulsi attraverso i disturbi.

A motivo delle caratteristiche assai convenienti e della precisione dei multivibratori bistabili (flip-flop), la modulazione a codice d'impulsi sfrutta un codice numerico binario. Il valore punta-punta del segnale da trasmettere viene diviso in un certo numero di valori discreti (cioè discontinui) o suddivisioni impulsive a gradino.

A ciascun impulso viene assegnato un numero di codice digitale. Il numero di digiti usato nel codice binario determina il numero totale di suddivisioni

da effettuare e la precisione dei valori trasmessi. Per esempio, un sistema binario a 4 digiti fornisce 15 suddivisioni a impulso come indica la tabella 1. Se la grandezza da trasmettere ha una escursione totale di 30 V, ogni suddivisione dell'ampiezza corrisponde a 2 V. Supponiamo che le grandezze misurate a tre istanti campionati siano rispettivamente 4: 8,5 e 13,4 V; queste grandezze vengono trasmesse solo come impulsi discreti di codice binario di 2; 4 e 7 (cioè la metà dei precedenti valori in volt arrotondati in 4; 8 e 14) a motivo della limitazione del codice della tabella 1. Questo processo è noto con l'appellativo di *quantizzazione*. Ovviamente nella quantizzazione si introduce un certo errore. La discrepanza è detta *disturbo di quantizzazione* e può essere ridotta, se necessario per ragioni di precisione, adottando un codice binario con più digiti. Un codice a 5 posti permetterebbe di effettuare $2^5 = 32$ suddivisioni, mentre un codice a 7 digiti acconsentirebbe $2^7 = 128$ suddivisioni, il che corrisponde ad una precisione migliore dell'1%.
Si può ottenere una maggiore precisione anche con minor numero di digiti usando valori crescenti a scatti anzichè suddivisioni costanti.

4. - TRASMISSIONI MULTIPLEX

Si è riscontrato che si può ottenere un funzionamento di più alto rendimento facendo trasmettere da una stazione non un solo messaggio, ma diversi messaggi sulla stessa portante. Il processo di trasmissione simultanea di diversi messaggi sulla stessa « coppia di fili » è noto da lunga data in telefonia a correnti vettrici col nome di *multiplexing* o multiplazione. La tecnica appare del tutto ovvia. Ogni conversazione viene trasferita a una diversa banda di frequenze. Le conversazioni possono così essere trasmesse sopra un filo comune a tutte. Al terminale ricevente, ciascun messaggio viene ripristinato usando filtri passa banda, quindi riportati, attraverso demodulazione, al suo spettro originale di frequenze audio.
Simili tecniche sono state impiegate anche per trasmissioni radio. Le trasmissioni multiplex si usano nelle comunicazioni commerciali, non solo per canali vocali, ma anche per telescriventi e per la riproduzione in fac-simile. La trasmissione a banda laterale unica ha dato un ulteriore impulso al multiplexing; attualmente si possono trasmettere altri messaggi sull'altra banda laterale. Il sistema multiplex è anche stato usato per lungo tempo nella trasmissione per radiodiffusione a MF. Una particolare trasmissione di radiodiffusione di musica per ristoranti o fabbriche è nota come *storecasting* ed impiega il sistema multiplex. Altri esempi più recenti di funzionamento in multiplex sono rappresentati dal colore aggiunto alle trasmissioni di TV e la stereofonia aggiunta alle radiotrasmissioni in MF. Infine, il multiplexing ha reso possibile le trasmissioni di dati lontani, cioè la telemetria.

5. - MULTIPLEX A DIVISIONE DI FREQUENZA

Per la trasmissione multiplex si usano due sistemi fondamentali: 1°) multiplex *a divisione di frequenza*, e 2°) multiplex *a divisione di tempo*.
La fig. 4 mostra lo schema a blocchi di un sistema tipico a divisione di frequenza. Ciascun messaggio è applicato a un suo proprio modulatore bilanciato, insieme al segnale subportante. L'uscita a doppia banda laterale viene filtrata e il segnale a banda laterale unica viene applicato ai rispettivi amplificatori lineari.
Le loro uscite vengono combinate tra loro e usate per modulare la portante principale del trasmettitore. Questo secondo processo di modulazione può essere in ampiezza o in frequenza. In fig. 4 sono indicati solo due canali di entrata, ma i sistemi di comunicazioni vocali commerciali impiegano generalmente un numero di canali molto maggiore; per esempio, un sistema di ponte radio tipico della RCA serve per la trasmissione simultanea di 24 canali, di larghezza 3 kHz ciascuno, ma spaziati tra loro di 5 kHz, l'uscita dello stadio finale è a 1800 MHz, modulata in frequenza con escursione ± 1,5 MHz.
Nella descrizione fatta sopra, le subportanti sono modulate in ampiezza e poi vengono convertite in banda laterale unica. Ma può essere conveniente per certe applicazioni, modulare in frequenza le subportanti. Per esempio, in telemetria può essere necessario misurare grandezze varie, accelerazioni, pressioni, temperatura e i trasduttori usati per convertire queste quantità in equivalenti elettriche possono essere circuiti a capacità variabili o a induttanze variabili. Simili trasduttori sono ideali per praticare la modulazione di frequenza dell'oscillatore subportante.
Ovviamente le frequenze sottoportanti devono essere sufficientemente distanziate per consentire la deviazione di frequenza comportata dalla MF, più una banda di franco. Ad esempio, una subportante può essere 100 kHz con deviazione ± 25 kHz; la successiva subportante deve essere 175 kHz e così via. Le subportanti MF devono poi servire a modulare in ampiezza o in frequenza la portante principale.
Secondo il genere di modulazione impiegato per la subportante e per la portante principale, i sistemi multiplex a divisione di frequenza si classificano come MA-MA, MA-MF, MF-MA, MF-MF.

6. - MULTIPLEX A DIVISIONE DI TEMPO

Aumentando il numero di messaggi da trasmettere, la tecnica della divisione

Tabella 1

codice binario	ampiezza equivalente	forma del segnale
0000	0	
0001	1	
0010	2	
0011	3	
0100	4	
0101	5	
0110	6	
0111	7	
1000	8	
1001	9	
1010	10	
1011	11	
1100	12	
1101	13	
1110	14	
1111	15	

Fig. 4 - Sistema multiplex a divisione di frequenza.

di frequenza diventa difficoltosa. Il numero delle subportanti necessarie aumenta e possono sorgere difficoltà di stabilità. Occorrono circuiti supplementari, sia in trasmissione, sia in ricezione, per effettuare ciascun canale aggiunto. I requisiti di larghezza di banda aumentano in proporzione diretta del numero dei canali. Questi problemi vengono eliminati in grande misura usando il multiplex a *divisione di tempo*, insieme con la modulazione a impulsi.
Nel multiplex a divisione di tempo, ciascun segnale d'intelligenza da trasmettere (voce o dati di telemetria) viene campionato *sequenzialmente* e il codice d'impulsi risultante viene usato per modulare il trasmettitore. Poichè in un dato istante un solo segnale modula il trasmettitore, non occorrono, per l'operazione dei multiplexing, apparecchiature supplementari e nessun aumento della larghezza di banda. Il numero dei canali sequenziali che può essere realizzato, è limitato dalla durata di tempo richiesta dall'impulso di ciascun canale e dall'intervallo fra i campioni.
Un comune sistema di comunicazione vocale utilizza la PPM con un impulso di 0,5 µsec e uno spostamento dell'impulso di ± 5 µsec L'occupazione totale di tempo per impulso è circa 10 µsec. Si usa una velocità di campionatura pari a 10^4 impulsi/sec, per cui l'intervallo di tempo fra gli impulsi di ciascun canale è 100 µsec. In questo intervallo di tempo si possono multiplare 8 canali separati di messaggi, il che permette di devolvere i 10 µsec a ciascun impulso, di disporre di 2 µsec in più per la banda di protezione fra i canali, e di 4 µsec per un *segnale di sincronismo*. Ciascun segnale degli 8 canali, modula il trasmettitore in modo sequenziale, una volta ogni 100 µsec. Al terminale ricevente, l'onda RF viene demodulata e si ricava una serie di impulsi, gli impulsi rappresentanti il segnale di sincronizzazione e quelli rappresentanti il segnale d'intelligenza codificato di ogni singolo canale.
Si applica questa uscita complessiva simultaneamente agli 8 decodificatori e amplificatori dei singoli canali. Ciascun canale è mantenuto bloccato da un circuito di comando. Il circuito di sincronizzazione sblocca ciascun canale per un periodo di 10 o 12 µsec con una sequenza corrispondente a quella che modula il trasmettitore. Il segnale sincronizzante trasmesso mette in passo la sequenza ritmica, in modo che ciascun canale esce dallo stato d'interdizione solo quando vengono trasmessi gli impulsi per quel canale.
In telemetria il ritmo di variazione del segnale è molto più lento che per le comunicazioni vocali. Le componenti di frequenza di segnali telemetrici sono generalmente sotto i 100 Hz, quindi una velocità di campionatura di 250 impulsi sarebbe più che sufficiente. Il tempo fra i segnali codificati di ciascun canale è perciò 1/250, ossia 4000 µsec o più lungo. Anche riservando 40 µsec per un impulso PPM, o per un treno PCM pluridigitale, ciò rende ancora possibile le trasmissioni di 100 tipi separati di dati sull'unica portante di trasmissione. Naturalmente, bisogna usare un segnale sincronizzante per mantenere il trasmettitore e il ricevitore in passo tra loro.

7. - LA RADIODIFFUSIONE STEREOFONICA

Il traguardo della riproduzione stereofonica è di conferire ai suoni una dimensione spaziale, o direttività. Per esempio, in una sala da concerto, gli strumenti a corda si possono udire da un lato dell'orchestra, e la sezione degli ottoni dall'altro lato. Quando un attore cammina lungo uno stadio mentre parla, la sua voce viene percepita come mobile con lui attraverso lo stadio. Il suono stereofonico può essere riprodotto elettronicamente usando due altoparlanti distanziati di almeno 1,8 m fra loro. Naturalmente, i due segnali audio applicati ai due altoparlanti devono differire tra loro come differiscono i suoni, che arrivano agli orecchi sinistro e destro dell'auditore « in posto ». Ciò si fa presto, usando un microfono « sinistro » e uno « destro » per captare il suono originale. Nella riproduzione monofonica, le uscite dei due microfoni devono venire combinate. Nella riproduzione stereofonica, ciascuna presa sonora deve essere elaborata come un canale separato di messaggio fino al suo proprio altoparlante. Nelle registrazioni stereofoniche (dischi e nastri) si registrano due diverse piste sonore e si impiegano due testine da presa. (Nella registrazione stereo su disco le due piste sonore sono intagliate sulle pareti opposte dello stesso solco e a 45°. Ciò rende possibile l'uso di una capsula da presa con una sola puntina, ma con due meccanismi trasduttori. A motivo della relazione di posizione a 90° delle piste sonore, questa puntina unica eccita ciascun trasduttore indipendentemente, generando i segnali di uscita destro e sinistro, con interazione trascurabile.)
L'uscita di ciascuna testina viene applicata ai suoi propri amplificatore e altoparlante. Il suono stereofonico per via radio richiede pure due trasmissioni distinte audio. Per lungo tempo, alcuni studi hanno ottenuto questo effetto trasmettendo la presa del microfono « destro » coi mezzi della stazione MA e quella del microfono « sinistro », con quelli dell'impianto MF. La ricezione stereo poteva allora ottenersi con l'uso simultaneo di un ricevitore MA ed MF.
Ciò non dà luogo ad un vero effetto stereofonico, a motivo dello sfasamento fra i due canali dovuto alla differenza dei percorsi di trasmissione e/o del ritardo dei circuiti (tempo di transito).

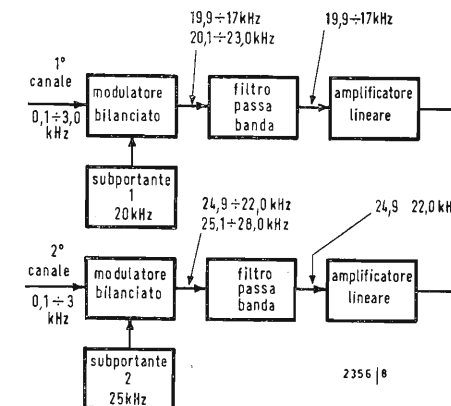
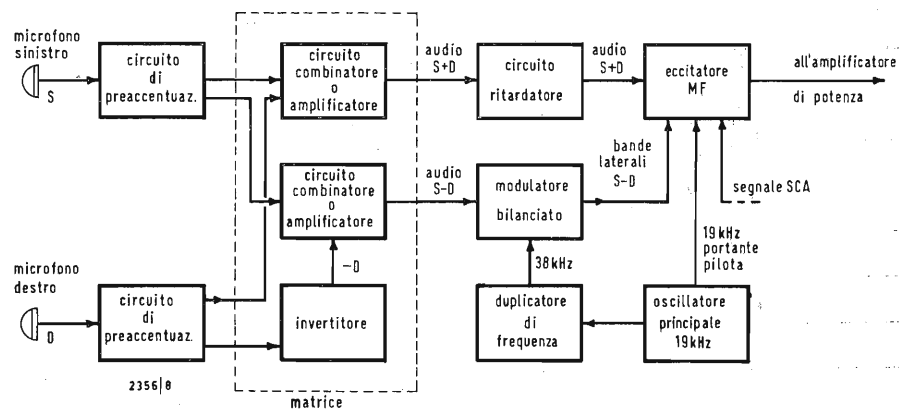



Fig. 5 - Generatore di segnali stereo.

Sfortunatamente tale sistema guastava la ricezione monofonica. Ogni ascoltatore, con solo un ricevitore MA (o con solo un ricevitore MF) durante la radiotrasmissione stereo non poteva udire che solo (approssimativamente) metà del suono originale dello studio di trasmissione.

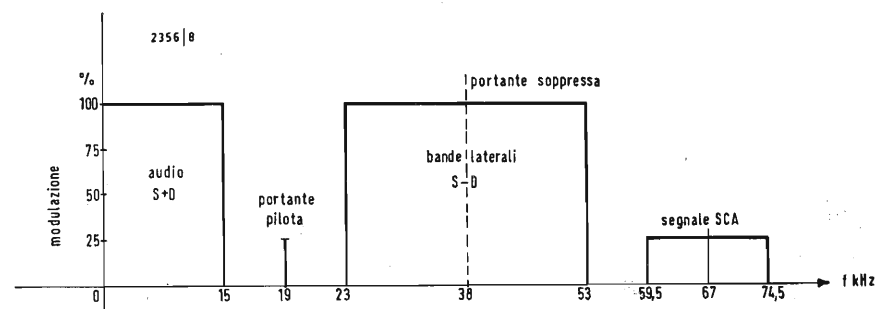
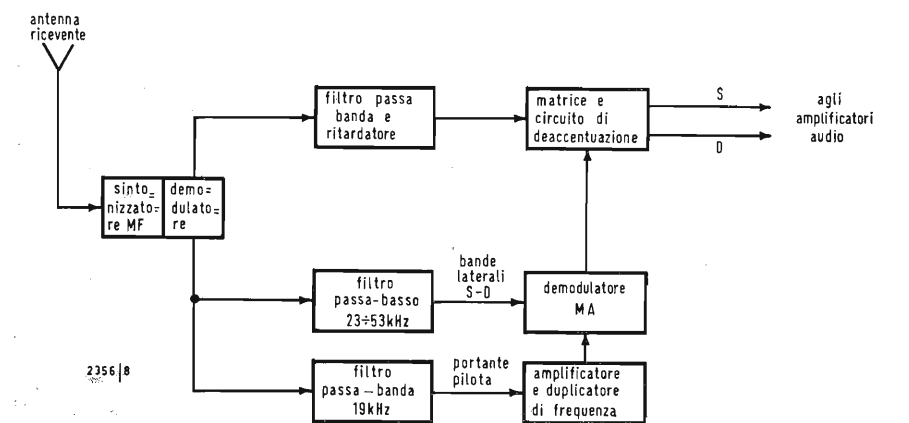
Nel 1961, la FCC (Federal Communications Commission) adottò ufficialmente il vero sistema di radiodiffusione stereofonica per diffusione commerciale a MF, impiegando la trasmissione multiplex a divisione di frequenza, per generare due segnali audio distinti da una unica portante. A prima vista, sembrerebbe logico usare i segnali audio sinistro e destro come due canali separati. Ma un simile sistema provocherebbe la stessa difficoltà della combinazione dei ricevitori MA, MF. Un ricevitore monofonico riprodurrebbe solo metà del programma trasmesso. Il sistema approvato dalla FCC, non solo fornisce un suono stereo di alta qualità e fedeltà, ma provvede anche alla compatibilità monofonica, e alla Storecasting (Subsidiary Communications Authorization = SCA della FCC).

Affinchè un normale ricevitore monofonico dia un'uscita normale, è ovvio che uno dei canali audio debba essere il segnale audio combinato sinistro e destro ($S + D$). Allora, per produrre l'effetto stereofonico, il secondo canale deve essere la differenza fra i due segnali audio ($S - D$).

8. - PRINCIPIO DELLA TRASMISSIONE STEREO

La fig. 5 è lo schema a blocchi della sezione di modulazione di un trasmettitore stereo MF. Due microfoni posti a 3 ÷ 15 metri di distanza tra loro servono a rilevare l'oggetto del programma. I loro segnali di uscita pervengono, attraverso circuiti di preaccentuazione, alla rete di « *matrizzazione o matrice* », dove i due segnali vengono combinati in un circuito « *sommatore* » per generare il segnale di uscita $S + D$. Inoltre, si provvede a invertire il segnale destro D e a combinarlo con il segnale sinistro S per generare il segnale di uscita $S - D$. Poichè l'elaborazione dei due segnali di uscita è diversa nella rete di matrizzazione, il segnale $S + D$ è fatto passare attraverso un circuito ritardatore per conservare la giusta correlazione di fase e di ampiezza fra i segnali $S + D$ ed $S - D$.

Per assicurare la compatibilità, cioè la possibilità di ricezione monofonica da una trasmissione stereo, il segnale audio $S + D$ viene usato, tale e quale, per modulare il tubo a reattanza (sistema Crosby) o il modulatore bilanciato (sistema Armstrong) dell'eccitatore MF. L'informazione stereo è contenuta nel segnale $S - D$; ma questo non può essere applicato direttamente all'eccitatore MF, perchè esso cancellerebbe il segnale audio « destro ». Si risolve questo problema d'interferenza trasferendo il segnale d'intelligenza $S - D$ in una regione dello spettro esattamente appena sopra il segnale audio $S + D$. A questo scopo si usa un segnale subportante a 38 kHz. I segnali $S - D$ e subportante vengono miscelati in un modulatore bilanciato. L'uscita è costituita dalle bande laterali di larghezza $S - D$ [qui si impiega la modulazione di ampiezza della sottoportante a 38 kHz con il segnale ($S - D$) audio, per generare l'uscita a doppia banda laterale, ma con portante soppressa]. Per la piena fedeltà del segnale audio, lo spettro delle bande laterali si estende da 23 a 53 kHz (v. fig. 6). Questo segnale audio trasferito viene pure applicato all'eccitatore MF.

La soppressione della subportante a 38 kHz è molto importante per la buona ricezione monofonica del programma stereo. Per una ricezione esente da disturbi, il segnale $S + D$ deve modulare pienamente l'eccitatore MF e produrre la massima deviazione utile ammissibile di ± 75 kHz quando il segnale audio assume il suo valore di cresta di ampiezza. Questa ampiezza di punta ovviamente si verifica quando il segnale $S - D$ presenta la sua ampiezza minima. Limitando il canale $S + D$ al 90% della deviazione massima, non può intervenire sovramodulazione e l'immunità dei disturbi viene peggiorata soltanto un pochino (1 dB). Inversamente, quando il segnale $S + D$ ha la sua ampiezza minima, quello $S - D$ assume il suo massimo; in questa condizione, $S - D$ provoca il 90% della deviazione massima. Questo processo, in cui ciascun segnale modulante $S + D$ e $S - D$ può indipendentemente produrre la quasi piena deviazione senza sovramodulazione, e detto *interleaving*, cioè *convivenza*. Se la subportante 38 kHz fosse trasmessa insieme con le sue due bande laterali, ciascun canale risulterebbe limitato al 50% solo della piena deviazione.

Come nel processo a banda laterale unica, in un certo punto del ricevitore, l'intelligenza $S - D$ deve venire estratta dallo spettro a doppia banda 23 ÷ 53 kHz. È perciò necessario reinserire la subportante a 38 kHz e questo segnale deve essere preciso sia in frequenza, sia in fase. Questa precisione si ottiene trasmettendo una portante pilota. Se si trasmettesse la subportante a 38 kHz, sarebbe estremamente difficile separarla dalle sue bande laterali nel ricevitore. In conseguenza il segnale pilota trasmesso è la metà della subportante suddetta, cioè è a 19 kHz. Si noti che questo segnale è 4 kHz sopra il segnale audio $S + D$ di frequenza più alta, e 4 kHz sotto la frequenza della banda laterale $S - D$ inferiore, v. fig. 6; in tal modo la separazione al ricevitore è relativamente semplice.

Ritornando allo schema a blocchi di fig. 5, si nota che il segnale a 19 kHz è fornito all'eccitatore MF, come la portante pilota e al duplicatore di frequenza per generare la subportante a 38 kHz. Si noti anche che il segnale SCA viene applicato solo all'eccitatore MF. Ciò si pratica, quando il trasmettitore è impiegato anche per la trasmissione simultanea per servizio ausiliario.

Per evitare interferenze il segnale del programma di servizio ausiliario deve essere limitato alle frequenze sopra lo

Fig. 6 - Segnale modulante composto.

Fig. 7 - Sezione multiplex di un ricevitore stereo.

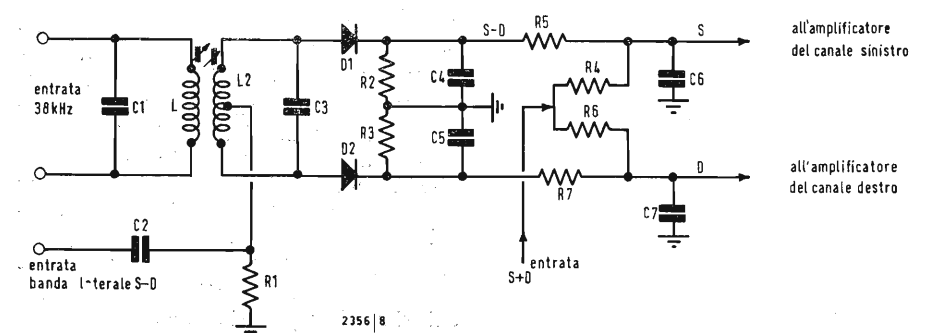



Fig. 8 - Rivelatore MA e circuito matrice.

spettro $S - D$. Occorre, in tal caso, una seconda sottoportante di frequenza fissata a 67 kHz. Le bande laterali prodotte dall'intelligenza sussidiaria si estendono da 59,5 a 74,5 kHz. Lo spettro totale del segnale modulante «composto» è rappresentato in fig. 6.

9. - I PRINCIPI DELLA RICEZIONE STEREOFONICA

La banda di trasmissione MF è la 2ª banda VHF estendentosi da 88 a 102 MHz (108 in America); la deviazione massima corrispondente alla modulazione 100% è ± 75 kHz. Questi dati sono gli stessi per le trasmissioni mono e stereo, quindi è ovvio che qualunque ricevitore di radiodiffusione a MF può essere sintonizzato per la ricezione stereo. Il segnale di uscita dal suo discriminatore (per lo più un rivelatore a rapporto) è costituito dal segnale composto. La componente audio $S + D$ produce il normale segnale di uscita monofonico, mentre le altre componenti di demodulazione vengono fugate a massa, o fortemente attenuate mediante normali circuiti audio. Conseguentemente, i segnali che possono intercedere devono essere sopra la gamma udibile e non influenzano la ricezione monofonica.

Un ricevitore per la ricezione stereofonica è identico al ricevitore ora accennato fino al demodulatore compreso.

Ora, si devono aggiungere circuiti supplementari per elaborare le bande laterali $S - D$ e per generare le uscite separate sinistra e destra. La fig. 7 indica lo schema a blocchi di questo dispositivo. Un'uscita dal discriminatore viene applicata a un filtro passa basso; l'uscita è il segnale audio $S + D$. Il filtro deve tagliare ripidamente sopra i 15 kHz per evitare che qualsiasi traccia del segnale pilota a 19 kHz raggiunga la matrice. La seconda uscita dal demodulatore MF viene applicata a un filtro passa banda 23 ÷ 53 kHz.

Questo filtro isola il segnale $S - D$ a doppia banda. La portante pilota a 19 kHz viene isolata applicando l'uscita composta del demodulatore MF ad un filtro a banda stretta accordato a quella frequenza. La portante pilota così isolata viene amplificata poi convertita a 38 kHz da un duplicatore di frequenza.

Il segnale a doppia banda e la portante a 38 kHz vengono poi applicati ad un demodulatore MA, estraendo così il segnale audio d'intelligenza $S - D$. I segnali $S + D$ e $S - D$ vengono ora combinati in un circuito matrice per dar luogo ai segnali distinti sinistro e destro. Contemporaneamente, ciascuno di questi segnali viene deaccentuato per compensare la preaccentuazione operata in trasmissione.

Infine, i segnali di uscita sinistro e destro vengono applicati a due amplificatori audio separati e ai corrispondenti altoparlanti per diffondere il suono stereo.

10. - I CIRCUITI RICEVENTI

Come sopra accennato, i circuiti di un ricevitore stereo sono, per la maggior parte, identici a quelli trovati in un normale ricevitore MF monofonico. Solo due caselle dello schema a blocchi di fig. 7 richiedono ulteriori delucidazioni: il demodulatore MA e la rete matrice. Evidentemente sono possibili molte varianti circuitali.

Per la demodulazione del segnale a doppia banda laterale, i rivelatori del prodotto e i rivelatori sincroni sono di tipo comune. Il circuito matrice può impiegare elementi attivi (tubi elettronici o transistori) e puramente passivi (resistivi) per combinare i segnali. La fig. 8, mostra un rivelatore sincrono usato con una rete matrice passiva. Poichè questo rivelatore dà luogo ai segnali $S - D$ e $-(S - D)$, è sufficiente il semplice circuito resistivo di combinazione qui riportato. La conduzione dei diodi D_1 e D_2 dipende dall'effetto combinato della portante a 38 kHz e del segnale della banda laterale $S - D$. A motivo dell'azione non lineare, le frequenze somma e differenza appaiono nell'onda di corrente rettificata. Le tensioni di uscita ai capi di R_2 e R_3 sono il segnale audio demodulato $S - D$ (qualsiasi altra componente viene fugata a massa). Inoltre, poichè le connessioni dei diodi vengono invertite, le due tensioni sono sfasate di 180°; in altri termini: uno è $S - D$, l'altro è $-(S - D)$. Questi segnali, unitamente all'uscita $S + D$ del filtro passa basso, vengono applicati alla matrice e ai circuiti di deaccentuazione. La combinazione di un segnale $S + D$ e di un segnale $S - D$ attraverso C_6 provoca l'eliminazione del segnale D destro, perciò questa uscita corrisponde al microfono sinistro dello studio di presa; mentre l'azione discriminante di frequenza (R_4C_6 e R_5C_6) fornisce la necessaria deaccentuazione. In modo analogo, i segnali $S + D$ e $S - D$ applicati a C_7 danno luogo ad un segnale di uscita corrispondente al microfono destro dello studio da presa. Il suono stereofonico si ottiene quando questi segnali vengono amplificati e applicati, con la corretta fase, agli altoparlanti convenientemente posizionati. Per ottenere una separazione completa delle uscite sinistra e destra è necessario che i canali $S + D$ e $S - D$ abbiano identica risposta in frequenza e fase. Tutte le frequenze contenute in entrambi i canali devono pervenire alla matrice nello stesso istante; altrimenti la cancellazione non può essere completa e la separazione ne soffre.

Si può fare la compensazione di fase regolando l'induttanza nel filtro passa basso. Una simile regolazione può essere effettuata anche nel filtro passa banda e nel circuito accordato del duplicatore di frequenza. A

Piero Soati

I ricevitori radio e la loro riparazione

Nozioni preliminari sui ricevitori radio a transistori

(parte settima)

Fig. 1 - Circuito di base di un diodo.

Con la puntata pubblicata nel numero precedente abbiamo terminato l'analisi preliminare delle principali norme alle quali è necessario attenersi per procedere alla riparazione degli apparecchi a transistori. Adesso ritorneremo alle origini della moderna radiotecnica per trattare degli apparecchi a valvola.

Abbiamo già precisato in altra sede che la preparazione tecnica e teorica che pone una persona nelle condizioni di riparare un radioapparecchio è quasi sempre sottovalutata e che parallelamente a coloro che hanno scelto questa attività come base principale della loro professione, come i periti industriali, i radiotecnici e i radiomontatori, esiste una vasta cerchia di persone che pur non essendo in possesso delle necessarie basi fondamentali dell'elettronica e della radiotecnica, esercitando normalmente professioni del tutto diverse, cerca nelle radioriparazioni il mezzo per migliorare le possibilità finanziarie.

Abbiamo pure precisato che molti pseudo riparatori talvolta per eliminare una anomalia, magari di lieve entità, che non riescono a localizzare, ne creino altre molto più complesse specialmente se i circuiti interessati sono quelli di alta e media frequenza.

A queste note è quindi affidato il compito di servire da guida ai meno preparati, che prima di addentrarsi nei meandri delle riparazioni televisive dovranno acquisire un'ottima esperienza in questo campo, e di rinfrescare la memoria agli specializzati che potranno ritrovare in esse qualche argomento che con il tempo possono aver perduto di vista.

Dato che questo ciclo sarà relativamente lungo allo scopo di essere il più completo possibile, riteniamo che non sia del tutto inutile, prima di abbordare l'argomento principale, di intrattenerci sulle caratteristiche che presentano i principali componenti che costituiscono un radioapparecchio la cui conoscenza è senz'altro indispensabile ad un buon tecnico.

1. - SUDDIVISIONE DELLE VALVOLE

Non ci intratterremo a descrivere il funzionamento delle valvole, materia sulla quale esiste una vastissima letteratura tecnica, ma analizzeremo brevemente i criteri che hanno consigliato la loro suddivisione in vari tipi di categoria a seconda del numero degli elettrodi che le costituiscono e caratteristiche che consentono di distinguere le loro funzioni.

1.1. - Diodo

Il diodo è un tubo elettronico *sprovvisto di un sistema di controllo del flusso elettronico* il quale può dirigersi in una sola direzione e precisamente dal catodo all'anodo (fig. 1).

Fig. 2 - Circuito di base di un triodo.

Fig. 3 - Circuito di base di un tetrodo.

Fig. 4 - Circuito di base di un pentodo.

Fig. 5 - Stadio oscillatore-mescolatore con valvola multipla (GBC-AR/3).

Fig. 6 - Stadio oscillatore-mescolatore con valvola pentagriglia (Autovox RA-108).

Attualmente è in commercio un elevato numero di tipi di diodi. Quelli di notevole potenza (come la 5Y3, la AZ1, ecc.) sono impiegati per raddrizzare la tensione di rete destinata ai radioapparecchi nei quali sono compresi naturalmente i televisori, gli amplificatori ed altri. Essi sono pure usati per raddrizzare la tensione alternata destinata alla carica delle batterie di accumulatori o per impieghi similari. I diodi di piccole dimensioni e che generalmente fanno parte di valvole multiple, sono impiegati per la demodulazione del segnale proveniente dal circuito a frequenza intermedia, mentre in altre apparecchiature possono essere destinati a separare gli impulsi positivi da quelli negativi od altre simili applicazioni in cui sia necessario rivelare un segnale. Con i nuovi orientamenti della tecnica i diodi elettronici sono via via sostituiti dai diodi al silicio o al germanio.

1.2. - Triodo

Il triodo fa parte invece dei tubi elettronici aventi *un sistema di controllo del flusso elettronico* (ovvero con controllo della densità). Questa possibilità si ottiene mediante l'inserimento fra il catodo e l'anodo di un terzo elettrodo, detto griglia, che permette per l'appunto di ottenere il controllo della densità del flusso elettronico che dal catodo va verso l'anodo, mediante appropriate variazioni del potenziale di griglia (figura 2).
Alla griglia viene quasi sempre applicata una tensione leggermente negativa, detta *tensione di polarizzazione di griglia*. Il campo elettrico prodotto da questa tensione esercita un'azione contraria a quella dovuta alla tensione positiva applicata all'anodo. È evidente che in queste condizioni l'intensità della corrente anodica dipenda dal rapporto dei campi prodotti dalle due suddette tensioni. Se alla griglia anzichè una tensione costante si applica una tensione variabile, ad esempio quella dei radiosegnali, si avrà pure una corrente di placca che varierà con lo stesso ritmo. Se tali variazioni saranno applicate a dei circuiti scelti opportunamente, ai capi di questi elementi circuitali si avrà una notevole amplificazione della tensione variabile applicata alla griglia e di conseguenza, in queste condizioni, il triodo funzionerà come amplificatore. Partendo da questo concetto si arriva a quello del triodo usato come generatore, che interessa, ad esempio, il circuito oscillatore delle supereterodine.

1.3. - Tetrodo

Il tetrodo a differenza del diodo possiede due griglie ed è stato progettato allo scopo di ottenere un miglioramento nell'amplificazione dei segnali a frequenza elevata. In questo tubo mentre la griglia controllo si trova, come nel triodo, vicino al catodo, la seconda griglia è posta fra la griglia controllo e l'anodo. Essa, salvo casi particolari, è mantenuta ad un potenziale positivo leggermente inferiore a quello dell'anodo (fig. 3).
Questa seconda griglia oltre a consentire una maggiore amplificazione rispetto a quella possibile con il triodo, funge da schermo elettrostatico fra la griglia controllo e l'anodo impedendo il trasferimento sul catodo del segnale presente sull'anodo, fatto questo che si manifesta sovente nei triodi e che ha come conseguenza di rendere instabili i circuiti. In considerazione di questa particolarità essa è nota con il nome di *schermo* o di *griglia-schermo*.

1.4. - Pentodo

Il pentodo è un tubo elettronico in possesso di tre griglie e che frequentemente sostituisce il tetrodo. Quest'ultimo infatti, quando sia usato in circuiti di particolare concezione, può dare luogo a delle oscillazioni spurie dovute al fatto che gli elettroni accelerati dalle due griglie, colpendo la superficie dell'anodo a grande velocità, fanno sfuggire da esso un sensibile numero di elettroni secondari. La griglia supplementare del pentodo è disposta fra l'anodo e la griglia schermo e generalmente fa capo al catodo.
Essa viene perciò a trovarsi ad un potenziale negativo rispetto all'anodo e respinge gli elettroni secondari che da esso siano sfuggiti costringendoli a ritornarvi. Detta griglia è nota comunemente con il nome di *griglia-soppressore*, perchè elimina la corrente di elettroni che altrimenti tornerebbe verso la griglia schermo ed oltre (fig. 4).

1.5. - Tubi multigriglie

Esistono altri tipi di tubi multigriglia come ad esempio gli *esodi*, con sei elettrodi dei quali quattro sono griglie, gli *eptodi*, con sette elettrodi e cinque griglie, gli *ottodi* con otto elettrodi e sei griglie, ecc. Essi generalmente sono utilizzati negli stadi convertitori di frequenza dei radioricevitori.
Si sa che il sistema di conversione in un circuito supereterodina è generalmente attuato mediante due metodi distinti: nel primo l'oscillazione locale è prodotta da un triodo e viene applicata, unitamente al segnale a radio frequenza proveniente dal circuito accordato di antenna, alla griglia del tubo mescolatore, generalmente un pentodo. Il sistema elettrodico del triodo oscillatore e quello del pentodo mescolatore sono quasi sempre contenuti nello stesso bulbo di vetro. *È questo il caso in cui è usato un tubo multiplo* (fig. 5).
Col secondo sistema la conversione del segnale, al valore della frequenza intermedia, viene effettuata invece mediante un unico sistema elettrodico quale può essere quello di un eptodo o di un ottodo. In questo caso le due griglie dell'eptodo (o dell'ottodo) assolvono la stessa funzione della griglia controllo e dell'anodo del triodo e perciò producono l'oscillazione locale; il segnale a radio frequenza viene invece applicato ad una delle altre griglie (fig. 6).

1.6. - Tubi multipli

Allo scopo di realizzare una ulteriore economia di spazio e anche di rendere le apparecchiature meno costose (*almeno per i fabbricanti*) sono stati costruiti i tubi multipli nei quali, come abbiamo visto nel caso precedente, in un unico bulbo possono essere racchiusi più sistemi elettronici. Si possono avere il triodo-pentodo, il doppio diodo, il triplo diodo, i doppi triodi, ecc.

2. - TUBI AD EMISSIONE SECONDARIA

Quando gli elettroni colpiscono ad elevata velocità una superficie metallica, come abbiamo già detto, fanno sfuggire da essa al momento dell'urto degli altri elettroni detti « *elettroni secondari* ». Questa emissione, che generalmente è indesiderata e difatti nel pentodo per eliminarla è stata aggiunta la griglia soppressore, nei tubi ad emissione secondaria viene favorita. Essa si ottiene agendo in modo che il flusso degli elettroni primari provenienti dal catodo non si diriga sull'anodo, bensì verso uno speciale elettrodo al quale è applicata una tensione positiva. Gli elettroni secondari vengono espulsi dalla superficie di questo elettrodo quando esso è colpito dagli elettrodi primari ad alta velocità in modo che esso venga a comportarsi esattamente come un vero e proprio catodo (catodo ausiliario). Naturalmente gli elettroni secondari che emette a sua volta sono attirati dall'anodo.
Il suddetto elettrodo, al quale viene data una forma particolare, è portato ad un potenziale tale per cui il numero degli elettrodi secondari emessi risulta sempre superiore al numero degli elettroni primari (cioè gli elettroni emessi dal catodo). In pratica, con tale sistema si riesce ad ottenere una amplificazione vera e propria del flusso elettronico.
Questi tubi, che presentano capacità elettrodiche molto basse ed un coefficiente di amplificazione elevato, sono molto usati negli amplificatori a larga banda.

3. - TUBI A FASCI ELETTRONICI

I tubi a fascio elettronico, caratterizzati da una intensa emissione elettronica del catodo, sono costruiti in modo che gli elettroni che si dirigono verso l'anodo siano costretti a percorrere una traiettoria prestabilita senza incontrare zone d'ombra. Ciò si ottiene collocando di fronte alle pareti maggiormente curve del catodo, e esternamente alla griglia schermo, due placche metalliche, collegate al catodo come la griglia soppressione di un pentodo, le quali respingono gli elettroni e li costringono a concentrarsi in due fasci in direzione delle zone concave dell'anodo (fig. 7).
Fra i tubi di questo tipo si possono segnalare la 6V6, la 6L6, la 6SA7-G, la EK3, ecc.

4. - SIGNIFICATO DI ALCUNI DATI TECNICI SUI TUBI ELETTRONICI

Il radioriparatore per trovarsi nelle migliori condizioni di effettuare riparazioni ed eventuali sostituzioni di tubi aventi delle caratteristiche similari fra loro, deve essere in grado di comprendere esattamente il significato dei principali dati tecnici relativi alle valvole.
In primo luogo deve ricordare che i dati statici relativi alle valvole nuove rappresentano dei *valori medi*. Come valore di riferimento di solito è indicata la corrente anodica, mentre il valore della tensione di polarizzazione della griglia controllo è da considerare approssimato dato che essa deve essere regolata in modo che nella valvola circoli la corrente stabilita. Le tensioni continue nelle valvole a riscaldamento indiretto sono misurate rispetto al catodo, ed in quelle a riscaldamento diretto rispetto al lato negativo del filamento.
I *dati di impiego*, salvo segnalazione contraria, indicano le condizioni di funzionamento più favorevoli ed a questo proposito va ricordato che la potenza di uscita indicata, in pratica risulta sempre leggermente inferiore a causa delle perdite nei circuiti.
I *valori limite* corrispondono ai valori massimi che non dovranno essere superati. Soltanto in alcuni casi specifici essi possono essere superati per prestabiliti limiti di tolleranza.
Protezione delle valvole raddrizzatrici.
Nei circuiti anodici delle valvole raddrizzatrici si deve sempre inserire un

Fig. 7 - Struttura di un tubo a fasci elettronici.

Fig. 8 - Circuito per il controllo della continuità degli elettrodi in un provavalvole.

Fig. 9 - Misura della pendenza di una valvola in corrente alternata.

Magnetofoni Castelli

Alla vigilia dell'apertura della XLVI Fiera Campionaria di Milano, nel corso di una simpatica conferenza-stampa, è stato presentato a San Pedrino di Vignate il più recente registratore della Magnetofoni Castelli: l'S 3000 semiprofessionale ad altissime prestazioni. Estremamente leggero e "compatto" (peso 2,500 kg.; dimensioni cm. 24 x 25 x 8,5), il nuovo magnetofono della Castelli è tra i più piccoli registratori a due velocità ad alimentazione universale (tensione alternata di rete, pile ed accumulatore esterno), con tutte le qualità dipendenti dal fatto che una delle due velocità è di cm/sec. 9,5; adotta bobine da 11 cm. di diametro con aggancio automatico del nastro ed ovviamente può utilizzare tutti i tipi di bobine di diametro inferiore.

sistema di protezione il cui valore viene indicato dalle case costruttrici. Naturalmente nei circuiti nei quali si fa uso di un trasformatore questa resistenza, ed in taluni casi parte di essa, è costituita dalla resistenza ohmica dell'avvolgimento del trasformatore stesso.

Resistenza filamento catodo.
La resistenza tra il catodo ed il filamento di una valvola deve essere la più bassa possibile e comunque non dovrà superare i 20.000 Ω.

Resistenza di fuga di griglia.
Questo dato, di notevole importanza e sovente a torto trascurato dai tecnici, si riferisce al caso della polarizzazione automatica di griglia ottenuta mediante una resistenza inserita tra il catodo e la massa. Qualora non sia indicato il valore limite della resistenza di fuga di griglia, per una polarizzazione di tipo fisso, il valore massimo di questa deve uguagliare la metà di quello corrispondente alla polarizzazione automatica. Nel caso della polarizzazione semiautomatica con la resistenza inserita nel ritorno comune negativo percorso dalla corrente catodica di tutte le valvole, questo valore è dato dalla relazione:

$$R_{g1} = \frac{1}{2}\left(R_{g1} + \frac{I_a + I_{g2}}{I_{tot}} \cdot R_{g1}\right)$$

nella quale R_{g1} indica il valore limite nel caso di una polarizzazione automatica. I_a e I_{g2} sono le correnti della valvola e I_{tot} la somma delle correnti di tutte le valvole. Qualora la polarizzazione di griglia sia ottenuta soltanto per mezzo della resistenza di fuga di griglia, cioè con polarizzazione per corrente di griglia, quest'ultima non deve superare il valore di 22 MΩ.

Resistenza di fuga della griglia soppressore.
Nel caso in cui non sia indicato alcun valore limite tra la resistenza della griglia ed il catodo la griglia soppressore dovrà essere collegata direttamente al catodo (è bene ricordare che la resistenza massima ammissibile tra la griglia soppressore ed il catodo non dovrà mai superare i 1000 Ω).

Dissipazione anodica e di griglia schermo
I valori limite della potenza dissipata sull'anodo e sulla griglia schermo di una valvola possono essere superiori, al massimo, del 10%. La potenza dissipata dalla griglia schermo delle valvole finali viene indicata in assenza di segnale, quindi in condizioni di normale funzionamento detto valore può essere, istante per istante, superato.

Simboli per indicare le varie tensioni delle valvole.
V_a = tensione anodica; V_{ao} = tensione anodica a freddo; V_b = tensione di alimentazione anodica; V_d = tensione anodica di un diodo rivelatore; V_{DD} = = tensione tra due placche di deflessione; V_{eff} = valore efficace di una tensione; V_f = tensione di accensione; V_g = tensione di griglia; V_i = tensione di ingresso; V_{inv} = tensione inversa; V_{kf} = tensione tra catodo e filamento; V_o = tensione continua di uscita (valvola finale o raddrizzatrice); V_{osc} = = tensione oscillante; V_p = valore di cresta di una tensione; V_R = tensione di regolazione.

Simboli per indicare le varie correnti delle valvole.
Le correnti dei vari elettrodi sono indicate con il simbolo I seguito da un indice che consente di individuare l'elettrodo alle quali esse si riferiscono: esempio la corrente di griglia controllo si indicherà con il simbolo I_{g1}.
I_a = corrente anodica; I_d = corrente di un diodo rivelatore; I_{eff} = valore efficace di una corrente; I_f = corrente di accensione; I_g = corrente di griglia; I_k = corrente catodica; I_o = corrente di uscita di un raddrizzatore; I_p = corrente di cresta di una corrente.

Simboli per le potenze.
W_a = dissipazione anodica; W_{g2} = dissipazione di griglia schermo; W_o = potenza di uscita.

5. - PROVAVALVOLE

L'utilità del provavalvole è in genere, e a torto, sottovalutata dai tecnici.
È ben vero che frequentemente la prova dell'efficienza di una valvola per diretta sostituzione consente di ottenere risultati più sicuri ma è altrettanto certo che un laboratorio medio, anche ben attrezzato, non può disporre di tutti gli esemplari di valvole che sono attualmente in commercio.
D'altra parte è opportuno tenere presente che se i provavalvole destinati ai radioriparatori non possono certamente fornire tutti i dati relativi alle caratteristiche statiche e dinamiche di una valvola, essi sono in grado di consentire al tecnico di emettere un giudizio molto valido sulla sua efficienza e di individuarne rapidamente i difetti.
I modelli più comuni di provavalvole permettono l'accertamento della presenza di cortocircuiti o di fughe interelettrodiche fra i vari elettrodi delle valvole, la continuità del loro filamento e lo stato di isolamento esistente fra il filamento ed il catodo (fig. 8).
Nei modelli più semplici è sempre possibile procedere anche al controllo dell'emissione catodica la quale è considerata il dato di base per stabilire se una valvola sia da considerare in buone condizioni di funzionamento od esaurita (o prossima all'esaurimento). L'indicazione dello stato della valvola avviene tramite un apposito strumento. Talvolta è possibile anche stabilire la continuità di ciascun elettrodo.
Nei provavalvole di classe superiore è pure possibile la misura della conduttanza mutua della valvola, cioè la pendenza. Di questo parametro, che è della massima importanza, a seconda del tipo di provavalvole può essere data una valutazione qualitativa oppure un semplice giudizio arbitrario in relazione a particolari rapporti, mentre nei complessi di classe superiore è espresso il valore reale (fig. 9).
Evidentemente non possiamo dilungarci nell'esame dettagliato di questo strumento perchè ciò ci farebbe deviare dal nostro programma già così denso di argomenti, comunque siamo del parere che il laboratorio di un tecnico non possa essere definito ben attrezzato se in esso manca questo apparecchio che sovente è adattato anche al controllo dei transistori.
Come al solito, e per fare cosa grata ai nostri lettori, diamo la descrizione succinta di un provavalvole del commercio.

Fig. 10 - Provavalvole GB74M Unaohm.

6. - PROVAVALVOLE UNAOHM GB74M (figura 10)

Il provavalvole della *Unaohm* modello GB74M consente di effettuare il rapido rilievo delle caratteristiche dei tubi elettronici, siano essi europei od americani, oltre al controllo della continuità del filamento e dei cortocircuiti eventualmente esistenti fra i vari elettrodi.
L'alimentazione del tubo in prova è ottenuta mediante quattro sorgenti distinte delle quali quelle per il filamento, l'anodo e la griglia schermo, sono regolabili a scatti e quella di griglia controllo con continuità.
Le tensioni erogate corrispondono con buona approssimazione alle indicazioni dei comandi di regolazione tarati in Volt, essendo trascurabile la caduta di tensione dei generatori nelle condizioni di normale impiego.
In questo provavalvole sono montati su due piastre 13 zoccoli per le valvole europee ed americane più in uso. Queste piastre sono applicate sull'apparecchio con appositi adattatori a plug e pertanto possono essere facilmente smontate, per inserirvi altre piastre con zoccoli diversi da quelli in dotazione che sono forniti a richiesta.
Le connessioni fra i piedini degli zoccoli del tubo in prova ed i circuiti di alimentazione e di misura, sono ottenute mediante dei commutatori che consentono di realizzare tutte le combinazioni. Un facile sistema di numerazione permette di ricavare dalle tabelle, che sono in dotazione dell'apparecchio, le posizioni dei commutatori di connessione di ogni tipo di valvola.
La misura della conduttanza mutua viene eseguita misurando con un milliamperometro la variazione della corrente anodica del tubo in prova, causata dalla applicazione di un segnale tarato alla griglia controllo.
Il circuito di misura e di taratura dello strumento indicatore sono disposti in modo che viene indicata direttamente la conduttanza mutua in μMho.
Un dispositivo a commutatore consente di individuare rapidamente la presenza di cortocircuiti tra gli elettrodi prima della applicazione delle tensioni di prova e di controllare lo stato del vuoto nel tubo.
Il provavalvole è alimentato dalla rete tramite un trasformatore di alimentazione con cambiotensione universale, ed è contenuto in una cassetta metallica con pannello litografato. Naturalmente esso è fornito degli accessori d'uso e delle relative istruzioni.

Caratteristiche principali.
Tensioni di filamento disponibili: 0,62; 1,2; 1,4; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 7,5; 10; 12,6; 16; 20; 30; 35; 45; 50; 60, 70; 90; 117 V.
Griglia di controllo (G_1): tensione variabile con continuità da 0 a 50 V.
Griglia schermo (G_2): tensioni a scatti 12,6; 25; 50; 75; 100; 125; 175; 200; 225; 250 V.
Anodo: tensioni a scatti 12,6; 25; 50; 70; 100; 150; 250 V con corrente da 1 a 100 mA.
Misure di efficienza, conduttanza, corrente anodica.
Portate di conduttanza mutua: da 0 a 50.000 μMho in tre portate.
Portate di corrente anodica: da 1 a 100 mA in tre portate.
Controlli della continuità dei filamenti, dei cortocircuiti interelettrodici, del grado di vuoto.
Alimentazione: 120, 160, 220 V - 50-60 Hz.
Dimensioni: 430 × 400 × 166 mm.
Peso: 10 kg.

A

Ing. Paolo Quercia

Sviluppo della televisione nell'URSS[1]

Nel seguente articolo del Prof. Schmakof viene tracciato il panorama dello sviluppo televisivo nell'URSS. Dopo un breve riassunto della storia della televisione, a partire dal 1930 circa, vengono esposti i punti raggiunti nel periodo attuale, sia in campo civile che in quello scientifico. Vengono indicate anche le direzioni dei futuri sviluppi in campo televisivo.

1. - Il Problema base della trasmissione televisiva delle immagini dell'ambiente circostante consiste nel rendere al massimo nello spettatore della trasmissione, la sensazione di essere effettivamente sul posto ove viene fatta, invece, la ripresa televisiva.

La percezione dell'ambiente circostante avviene attraverso i cinque sensi e principalmente, attraverso gli organi della vista. Secondo dati fisiologici l'80% dell'informazione dall'ambiente esterno giunge attraverso l'apparato visivo. L'ambiente esterno viene percepito tridimensionalmente ,a colori e dinamicamente e con notevole gratificazione estetica.

Già immagini bidimensionali, come quelle delle riproduzioni stampate, del cinema, della televisione sono sufficienti a fornire sensazioni visive soddisfacenti. L'immaginazione integra la rappresentazione bidimensionale fornendo una sensazione spaziale degli oggetti. Fino ad un tempo molto recente la televisione non era in grado non solo di fornire immagini tridimensionali, ma anche l'informazione cromatica di queste. Le immagini venivano trasmesse in bianco e nero, con notevole impoverimento della riproduzione dell'immagine. La tecnica attuale permette di trasmettere immagini colorate.

In un prossimo futuro si prevede di ottenere trasmissioni televisive fornenti immagini colorate stereoscopiche. La visione tridimensionale in rilievo degli oggetti arricchirà notevolmente la qualità della trasmissione consentendo una analisi scientifica più spinta di molti fenomeni. Inoltre, la televisione permetterà anche di allargare le nostre percezioni naturali, estendendo la visione, anche nel campo dell'ultravioletto e dell'infrarosso ed aumentare in alcuni casi l'effetto stereoscopico.

2. - Molti scienziati sovietici hanno apportato sostanziali contributi alla determinazione dei principi fisici della televisione: Lomonosof M. V. (teoria della visione colorata a tre componenti), A. G. Stoletof (leggi degli effetti foto ottici); A. S. Popof (trasmissione radio di segnali) S. I. Vavilof (leggi sulla luminescenza). I principi fondamentali della trasmissione televisiva sono stati posti da altri scienziati sovietici: P. I. Bachmetief (principi della trasmissione con analisi per punti dell'immagine), B. L. Rosink (impiego di un raggio elettronico modulato per la riproduzione di immagini su di uno schermo luminescente), ponendo così le basi della televisione elettronica. La televisione sovietica si è sviluppata concordemente con le realizzazioni ottenute in altri paesi effettuando però sostanziali progressi per i lavori di A. A. Cerniscev (bersaglio a semiconduttore nei tubi di trasmissione), A. P. Konstantinof (bersaglio con accumulo di cariche elettriche), S. I. Kataief (bersaglio a mosaico) ecc. che hanno permesso la creazione dei tubi trasmettitori di immagine: vidicon, iconoscopi, supericonoscopi e superorticon.

La televisione costituisce attualmente un mezzo di informazione di primaria importanza.

Le prime trasmissioni televisive in Russia sono state effettuate nel 1931, notevolmente prima rispetto ad altre nazioni europee. Tali sistemi iniziali avevano una risoluzione piccola (30 linee) trattandosi di sistemi meccanici. Nel 1938 ebbero inizio sperimentazioni televisive adottanti sistemi puramente elettronici a 343 linee e nel 1945, 625 linee. Valutando quest'ultimo parametro, l'Unione Sovietica aveva anticipato in quel periodo tutte le nazioni del mondo.

3. - Le trasmissioni televisive hanno avuto un incremento rapidissimo negli ultimi anni per la particolare attenzione rivolta a questa attività del comitato centrale KPSS e del governo sovietico.

Il lavoro è stato svolto sia negli istituti di ricerca scientifica sia da enti che hanno elaborato la organizzazione produttiva di massa. Tali gruppi di lavoro sono stati diretti da specialisti sovietici di chiara fama come Ia. L. Riftin, A. V. Mockvin, A.M. Calfin, B. Krusser, O. B. Lupie, E. L. Orlovski, A. I. Lebedef Karmakof, B. Braude; I. A. Alexeief; N. N. Krasilniecof, S. B. Novakowski, M. I. Krivosceiev, V. F. Samoilof e molti altri.

Per il soddisfacimento delle richieste del mercato interno di ricevitori televisivi è stata creata l'industria televisiva e fortemente incrementata l'industria produttrice di tubi ed è incominciata la formazione massiva di quadri di specialisti.

Dall'inizio dell'anno 1950 l'industria sovietica ha prodotto alcune decine di modelli di televisori.

Negli ultimi anni ha avuto inizio parallelamente la costruzione di stazioni di diffusione televisiva e telecentri. Si è sviluppata in modo intensivo la rete di cavi e ritraslatori, attraverso i quali il telecentro principale di Mosca è collegato con 133 altre città dell'Unione Sovietica, fra le quali quasi tutte le capitali delle Repubbliche dell'Unione.

Dal 1961, il centro di Mosca effettua scambi di programmi televisivi con le nazioni socialiste attraverso la rete « Intervisione » e con le altre nazioni europee tramite l'« Eurovisione ».

Attualmente gli specialisti del ramo lavorano per migliorare la qualità delle immagini trasmesse, inserire maggiori controlli qualitativi nella trasmissione, nella possibilità di registrazione e conservazione dei programmi trasmessi.

Vengono effettuati sforzi anche per migliorare l'affidabilità delle apparecchiature, vengono stabilite le frequenze di trasmissione nel campo delle onde decimetriche, si tende alla transistorizzazione ed alla microminiaturizzazione delle apparecchiature.

Un notevole ulteriore stimolo allo sviluppo già in atto della televisione nell'URSS ed in particolare di quella a colori deriva dalle direttive prese nel XXIII congresso del KPSS.

[1] Rivista «Radio» luglio 1967.

Svolgendo, secondo il piano quinquennale di sviluppo 1966-1970, il programma stabilito in tale congresso, si assiste ad un veloce allargamento delle reti nazionali di radio e telediffusione. Satelliti artificiali vengono adoperati per collegamenti televisivi di comunicazione lontani. L'industria viene preparata per la produzione di televisori a colori. Attualmente vengono creati complessi di apparecchiature per studi televisivi, di controllo, di trasmissione e ricezione di televisione a colori secondo il sistema « Secam ». La produzione prevede l'uscita di due tipi di televisori a colori con cinescopi a maschera di dimensioni in diagonale 40 e 59 cm. I programmi televisivi a colori devono iniziare entro il 1967 dal nuovo centro radio televisivo di Mosca. Saranno trasmessi cinque programmi fra i quali uno a colori.

Il nuovo centro radio-televisivo è dotato di apparecchiature avanzate. Sono stati realizzati speciali trasmettitori ad alta potenza e antenne di altezza efficace molto elevata.

Le antenne sono installate su di una torre la più elevata del mondo di 533 metri di altezza. Dal nuovo telecentro si irradiano cinque canali televisivi: I, III, VIII, XI ed un canale ad onde decimetriche.

4. - La televisione contribuisce fattivamente anche nel campo delle esplorazioni spaziali. Nel 1959, per la prima volta nella storia, una stazione spaziale sovietica ha trasmesso le immagini della parte opposta della Luna. Nel 1962, per la prima volta, è stata effettuata direttamente da bordo delle cosmonavi « Vastok 3 » e « Vastok 4 » una trasmissione televisiva permettente ai telespettatori l'osservazione dei cosmonauti sovietici in condizioni di imponderabilità.

Trasmissioni televisive sono state effettuate anche nei voli successivi delle cosmonavi « Vastok 5 », « Vastok 6 », « Vaschod » e « Vaschod 2 ». Nel 1965 milioni di telespettatori in Russia ed in altri paesi hanno potuto vedere l'uscita del cosmonauta Leonof dalla cosmonave nel vuoto.

Nel febbraio 1966, tramite la stazione automatica « Luna-9 » posatasi dolcemente sulla luna, sono state trasmesse fotografie dell'ambiente lunare circostante e della superficie lunare. È interessante osservare che come nei primordi delle trasmissioni normali (sulla terra) venivano usati sistemi meccano-ottici, così anche i primi esperimenti di trasmissione di immagini da altri pianeti applicano il medesimo sistema.

Nel dicembre 1966 è stato ripetuto l'esperimento di atterraggio morbido sul suolo lunare. Il « Luna 13 » ha ritrasmesso sulla terra le immagini di un'altra zona della superficie lunare. Gli apparati televisivi installati a bordo hanno fornito immagini ad alta definizione.

Nel 1965 sono stati compiuti con pieno successo gli esperimenti di ritranslazione da Mosca a Vladivostoc e da Mosca a Parigi tramite il satellite per comunicazione « Molnia-1 ». Analoghi esperimenti di ritranslazione sono stati condotti tra U.S. e l'Europa tramite il satellite « Telestar » ed altri. Si è così venuta a creare la possibilità di una rete mondiale. Occorre notare che lo studio di tali possibilità di collegamento con reti mondiali sfruttando satelliti artificiali è stato effettuato da tecnici sovietici fin dal 1950, molto prima cioè del lancio del primo satellite artificiale.

5. - Negli ultimi anni nell'Unione Sovietica sono state istituite trasmissioni televisive a scopo didattico. Le trasmissioni hanno avuto inizio il 1 ottobre 1964 nello studio televisivo di Leningrado. Tale attività offre prospettive estremamente importanti e fattive nel processo di apprendimento popolare.

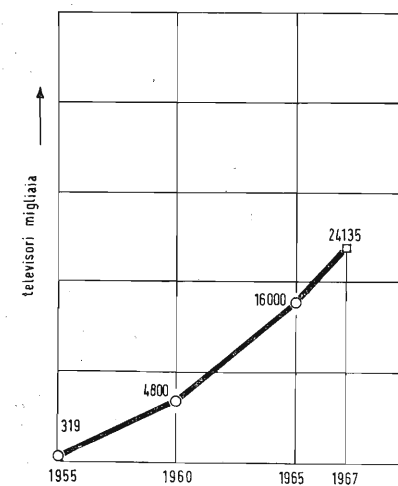
Permettendo di allargare enormemente il numero degli auditori, possono essere migliorate le qualità delle lezioni medesime con una sostanziale riduzione dei costi di istruzione pro capite. Naturalmente la diffusione del livello culturale in tutto il paese è fonte indiscussa di futuro benessere. Risultati sempre più tangibili si potranno ottenere con la diffusione anche nei centri più piccoli mediante ritranslazione di programmi a colori ed anche stereoscopici a colori. La televisione, nell'URSS, interessa campi di attività sempre più estesi. Impianti sperimentali di televisione a colori sono già adoperati in medicina, metallurgia ed in altri campi.

Le immagini televisive colorate vengono tramite un fototelegrafo inviate ad apparecchiature per la riproduzione poligrafica su carta delle immagini stesse.

6. - Risultati molto soddisfacenti da un punto di vista pratico si potranno ottenere con lo sviluppo delle apparecchiature per televisione sotterranea. Tali apparecchiature permetteranno non solo la visualizzazione diretta di pozzi petroliferi e cavità geologiche profonde di varia natura, ma di effettuare anche la riproduzione su film e misurazioni.

Contemporaneamente alle esplorazioni del cosmo si è iniziata l'esplorazione delle profondità sottomarine. Sono attualmente funzionanti laboratori sottomarini abitati che permettono l'uscita libera e rientro di membri dell'equipaggio nello spazio sottomarino circostante. Dai risultati degli studi intrapresi risulta che possono essere elaborate in ausilio agli acquanauti apparecchiature televisive molto efficienti. (*)

7. - Da quanto riportato, pur notando le ovvie limitazioni derivanti dalla difficoltà di concentrare in poche righe le molteplici possibilità offerte dalla televisione, risulta evidente che la diffusione sempre più intensiva di tale mezzo di comunicazione porterà immensi vantaggi a tutto il Paese.

A

(*) Nel quotidiano «Il Giorno» del 13 novembre 1967 è riportata la notizia di un « granchio » sottomarino sovietico di cui le chele, per afferrare gli oggetti sul fondo marino, sono guidate appunto da una telecamera N.T.D.

dott. Antonio Banfi

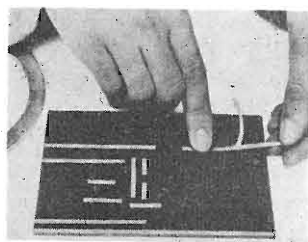
Un importante vivaio di radiotecnici: l'Istituto Radiotecnico Aurelio Beltrami

La Radio ha ormai più di 70 anni. La radiotelegrafia, iniziata da Marconi nel 1897, ha percorso un prodigioso cammino, ed integrata in tempi successivi dalle tecniche dei tubi elettronici e dei semiconduttori, ha dato luogo a quel formidabile settore dell'attività umana, oggi conosciuto sotto la denominazione generica di elettronica.
Si può anzi affermare che attualmente l'elettronica pervade la nostra esistenza con le più impensate e molteplici applicazioni, tali da eleggerla come l'animatore principale di ogni processo tecnologico.
Ed è logico e spontaneo arguire da tali premesse che la tecnica elettronica attragga oggi l'interesse di un gran numero di individui che per inclinazione o per convenienza, desiderino trovare in essa una fonte di lavoro profiquo.
L'istruzione professionale è attualmente il tema dominante e più urgente nella vita delle giovani leve, e scuole di radiotecnica od elettronica sono sorte in buon numero nel nostro Paese.
E' però da prendersi in seria considerazione per la qualità e l'efficienza di un istituto professionale di tal genere, anche i suoi precedenti di anzianità e prestigio che lo qualificano in modo decisivo.
Fra i più anziani, se non il più anziano, come data d'inizio della sua attività, è da ritenersi l'*Istituto Radiotecnico A. Beltrami* di Milano.
Fondato nel 1920 dall'ing. Aurelio Beltrami, (mancato la scorsa estate) con la collaborazione di chi scrive queste note, impostò la sua prima attività sulla tecnica del vuoto per la fabbricazione delle valvole termoioniche, allora all'inizio del loro sviluppo. Anzi, a causa della loro scarsità sul mercato, nonchè del loro costo elevato, l'ing. Beltrami aveva iniziato a quell'epoca una piccola attività di riutilizzazione e rigenerazione di triodi col filamento bruciato. Si deve infatti ricordare che il triodo di allora comportava un breve filamento orizzontale di tungsteno (circa 15 mm di lunghezza) circondato da una griglia costituita da un conduttore spiralizzato, la quale a sua volta era circondata dalla placca sottoforma di un cilindretto coassiale. Il filamento era portato all'incandescenza da una batteria d'accumulatori da 4 V ed emetteva una corrente elettronica di 1 mA di saturazione con una tensione anodica di 80 V!
In queste condizioni di funzionamento, il filamento era molto delicato e la sua bruciatura molto facile: ciò giustifica l'iniziativa dell'ing. Beltrami per la rigenerazione delle valvole che consisteva nel praticare un foro d'apertura del bulbo in vetro, sostituire il filamento bruciato con uno nuovo e rifare il vuoto.
A questa attività marginale che assicurava d'altronde un minimo introito di fondi indispensabili, l'ing. Beltrami con l'aiuto di varie industrie lombarde, che gli donarono materiali ed apparecchi di vecchio tipo in disuso, iniziò poco dopo l'attività dell'Istituto Radiotecnico nei locali in via Cappuccio 2, messi a disposizione gratuita dal Comune di Milano, resisi vacanti dal trasloco in altra sede di una Scuola Capomastri, annessa all'Istituto Tecnico Carlo Cattaneo.
Coadiuvato da un'esigua schiera di valorosi e disinteressati istruttori, veri pionieri di una tecnica d'avanguardia, l'ing. Beltrami si dedicò con indomita passione e dedizione all'attività del suo Istituto Radiotecnico i cui corsi erano inizialmente serali e domenicali.
E' così che migliaia di radiotecnici conseguirono il diploma dell'Istituto Beltrami che per la sua serietà e prestigio divenne presto sede di esami di Stato e preziosa fonte di tecnici qualificati per l'industria elettronica.
Attualmente l'Istituto Radiotecnico Beltrami comporta: a) una sezione professionale con corsi serali di varia durata (da 1 a 3 anni) per le qualifiche di:
Radiotecnici, Tecnici elettronici, Tecnici delle radiotrasmissioni, Radiomeccanici, Tecnici dei semiconduttori e dei tubi elettronici, Tecnici di telefonia, Elettrotecnici, con rilascio di un Attestato-Diploma interno. b) Una

Il laboratorio del « vuoto » nei primi anni dell'Istituto, con il Prof. Mauri, dell'Istituto Tecnico Carlo Cattaneo.

Un laboratorio della prima ora, con le prime esperienze di televisione, ad analisi meccanica.

L'ing. Beltrami e l'On. Brusasca durante una cerimonia commemorativa nell'interno dell'Istituto.

sezione Periti, con corsi quinquennali diurni e serali, con rilascio di un Diploma di Stato, per Periti industriali qualificati in Telecomunicazioni, Elettronica industriale ed Energia Nucleare.
Esiste inoltre un triennio di perfezionamento in elettronica nelle due specializzazioni di Telecomunicazioni elettroniche e Nucleonica ed Automazione.
La molteplice attività dell'Istituto Beltrami sempre teso all'aggiornamento dei più recenti sviluppi ed evoluzioni della tecnica elettronica, comprende inoltre una sezione superiore per progettisti elettronici, per laureati in ingegneria, fisica o chimica, con un corso triennale serale.
L'Istituto è ricco di laboratori particolarmente attrezzati per le varie tecniche trattate, e col suo Corpo insegnanti di circa 150 professori di alta e specifica competenza oltre che di lunga esperienza professionale, è oggi da ritenersi una vera e propria istituzione nazionale unica nel suo genere.
Nello scorso anno scolastico 1966-67 gli allievi furono circa 1500, ed attualmente con l'acuirsi dell'interesse tecnico generale per l'elettronica, le richieste d'iscrizione ai vari corsi sono in continuo aumento.
L'industria elettronica italiana deve essere molto grata a questo Istituto scolastico, forgiatore instancabile di tecnici specializzati e molto preparati, per il loro inserimento nei processi produttivi delle aziende.
Ed anche i giovani studenti devono essere molto grati all'Istituto Beltrami per le varie ed interessanti possibilità che offre loro in appagamento del duplice nobile fine di soddisfare una prepotente inclinazione ad una tecnica così prestigiosa e nel contempo avviarsi ad una carriera lavorativa piena di luminose promesse.
Ma prima di chiudere queste note illustrative dell'Istituto Beltrami, che tante benemerenze ha raccolto durante quasi cinquant'anni di attività, voglio dedicare un pensiero riverente alla memoria di Aurelio Beltrami.
Schivo da ogni manifestazione esteriore pubblicitaria, l'ing. Beltrami, ha costantemente dedicato tutta la sua vita alle sorti ed allo sviluppo del suo Istituto.
Nell'ormai lontano 1920, quando la radio, sganciatasi dal primo pionierismo della T.S.F., per muovere i primi passi nella radiofonia in virtù delle valvole termoioniche appena apparse sul mercato mondiale, l'ing. Beltrami che faceva parte di uno sparuto gruppetto di appassionati radioamatori autentici pionieri della radio, si rese subito conto della necessità di divulgare quella tecnica che tanto amava, gettando le basi, con coraggio e fede commoventi, di un'iniziativa mirante ad avviare i giovani appassionati alla radio ad un'attività professionale fonte di soddisfazioni e di lucro.
Ed anche a nome di quei pochi sopravvissuti allo sparuto gruppetto di pionieri del 1920, desidero esternare un reverente sentimento di gratitudine e di ammirazione alla memoria di Aurelio Beltrami, pioniere dell'istruzione radiotecnica. A

L'ing. Aurelio Beltrami durante una dimostrazione nel Laboratorio dell'Istituto.

Programed Instruction Technical Group

B. Busato A. Ferrari A. Molini G. Scarpa

Diodo controllato al silicio

(segue dal n. 3 - marzo 1968)

L'articolo è presentato secondo i principi dell'apprendimento attivo.
Il metodo adottato è quello lineare di Skinner per il quale in ogni paragrafo si deve integrare il concetto esposto aggiungendo, nello spazio lasciato appositamente libero, una o più parole di importanza determinante, o formule, od ogni altra logica indicazione deducibile dalla descrizione o dalle figure.
Ciò che viene aggiunto ammette una immediata verifica con quanto riportato ai margini del paragrafo successivo.

15. LIMITI DI TEMPERATURA

15.1
Come qualsiasi componente a semiconduttore anche per gli S.C.R. esistono dei valori limite di temperatura. Questi limiti possono essere diversi a seconda che si consideri il diodo controllato non.........oppure alimentato.

15.2 (alimentato)
Nel primo caso (S.C.R. non alimentato) è necessario che la temperatura non scenda al disotto di un certo valore minimo e non superi un certo valore massimo. Ciò per evitare che le giunzioni vengano sottoposte a forti sollecitazioni meccaniche; tali sollecitazioni sono originate dai differenti coefficienti di dilatazione.........dei materiali utilizzati per la fabbricazione del diodo controllato stesso.

dilatazioni = f(T)

15.3 (termica)
Un altro limite, per un S.C.R. non alimentato, deriva dal fatto che se si sottopongono le giunzioni ad alte temperature esse possono modificare le loro.........elettriche.

caratteristiche elettriche } = f(T)

15.4 (caratteristiche)
Il costruttore fornisce i limiti di temperatura ai quali può essere sottoposto un S.C.R. nelle condizioni di non alimentazione. Tali valori vengono definiti di « immagazzinamento » e non debbono essere superati in alcun modo se non si vuol pregiudicare irrimediabilmente le caratteristiche elettriche e di durata del diodo.
I valori della temperatura di « .... » oscillano, in genere, fra — 40°C e + 150°C.

temperatura di immagazzinamento = — 40° ÷ + 150 °C

15.5 (immagazzinamento)
Nel secondo caso, quando un S.C.R. è alimentato, la massima temperatura che esso può raggiungere è vincolata anche dalla polarizzazione del diodo stesso mentre la temperatura minima non risente di tale vincolo. In questo caso, normalmente, il valore limite.........è minore di quello di « immagazzinamento ».

T_{max} con polarizzazione < T_{max} di immagazzinamento

15.6 (superiore)
Il motivo di tale differenza dei valori limite massimi è da rilevarsi in relazione alla presenza della corrente inversa (I_{co}) di dispersione che circola fra anodo e catodo quando il diodo si trova nello stato OFF; questa corrente aumenta rapidamente con l'aumentare della.........

$I_{co} = f(T)$

15.7 (temperatura)
Onde evitare che la I_{co} raggiunga valori tali da far......... il diodo anche in assenza di un comando, il costruttore fornisce dei valori di temperatura definiti « di funzionamento », normalmente inferiori a quelli di immagazzinamento, che sono compresi fra — 40°C e + 120°C.

Temperatura di funzionamento — 40° ÷ + 120 °C

15.8
(commutare)

È importante sottolineare che mentre la temperatura di immagazzinamento è determinata solamente dalla temperatura dell'ambiente nel quale si trova il diodo, la temperatura di funzionamento dipende, oltre che da quella ambiente, anche dalla dissipazione di potenza all'interno del diodo stesso.

16. CAUSE DI RISCALDAMENTO

16.1

Poichè la temperatura di funzionamento di un S.C.R. è influenzata dalle sue condizioni di lavoro, è necessario esaminare quali sono le.......... che concorrono a determinare i valori che essa assume.

16.2
(cause)

Tutte le volte che si mettono sotto tensione due elettrodi qualsiasi di un S.C.R. e fra di essi circola corrente, si ha l'applicazione di una certa energia elettrica che si trasforma in energia..........

T = f(P)

16.3
(termica)

La potenza che si dissipa in un S.C.R. in conduzione, corrisponde al prodotto della caduta di tensione (V_{ac}) fra catodo e anodo, per la.......... che lo attraversa (I_c).

$P_1 = + V_{ac} \cdot I_c$

16.4
(corrente)

Se un S.C.R. è interdetto e la tensione anodica (V_{ac}) è positiva, in esso circola una corrente I_{co} e si ha di conseguenza una certa.......... di potenza.

$P_2 = + V_{ac} \cdot I_{co}$

16.5
(dissipazione)

Un S.C.R. ancora interdetto ma con la tensione anodica (V_{ac}) negativa, dissipa una certa potenza dovuta alla corrente.......... che in esso circola moltiplicata per la tensione inversa stessa.

$P_3 = - V_{ac} \cdot I_{co}$

16.6
(inversa)

La commutazione di un S.C.R. da uno stato qualsiasi all'altro, avviene in un certo tempo.
Si consideri la commutazione dallo stato OFF a quello ON. Durante la commutazione la tensione ai capi del diodo controllato diminuisce mentre la corrente..........

16.7
(aumenta)

Se si calcola la potenza dissipata in un S.C.R. durante la commutazione, istante per istante, si ottengono.......... valori. Se si riportano tutti i valori trovati in un diagramma si ottiene il grafico a fianco riportato.

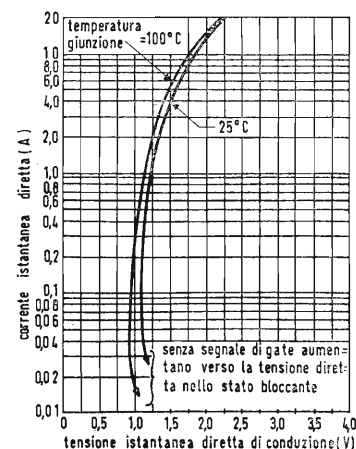
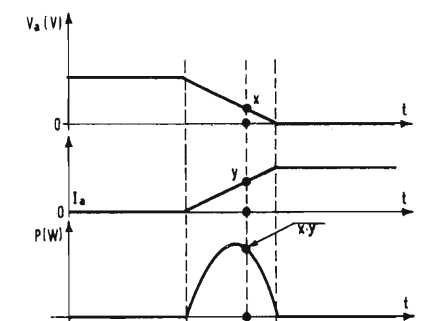
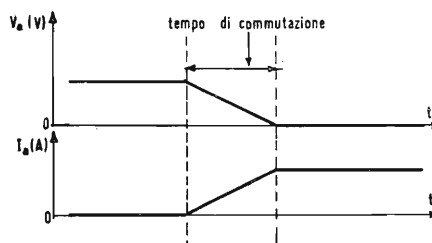
16.8
(diversi)

La potenza di picco dissipata durante la commutazione può assumere un valore relativamente elevato, ma poiché il tempo di commutazione è generalmente molto breve (qualche microsecondo), ne risulta che la.......... media dissipata è limitata.

16.9
(potenza)

Fra le cause esaminate che possono provocare il riscaldamento delle giunzioni di un S.C.R. ha effetto preponderante quella determinata dalla caduta di tensione diretta quando il diodo controllato è in conduzione. Questa causa è preponderante rispetto alle altre perchè, pur dando luogo ad una potenza dissipata di valore inferiore, tale potenza può essere applicata ad un S.C.R. per.......... tempo.

16.10
(lungo)

Per poter facilmente calcolare la potenza dissipata in un S.C.R. in.......... i costruttori forniscono il grafico $V_{ac} = f(I_c)$.

16.11
(conduzione)

Così ad esempio, si ricava che per una corrente diretta di 1 A la caduta di tensione diretta ai capi del diodo controllato è di 1,2 V. Ciò significa che in queste condizioni di lavoro, la dissipazione di potenza è di: 1 × 1,2 = = 1,2 W.

17. RESISTENZA TERMICA

17.1

L'energia elettrica applicata alle giunzioni di un S.C.R. si trasforma in energia.......... Si possono quindi considerare le giunzioni come un unico generatore di calore la cui potenza termica equivale alla potenza elettrica applicata.

$P_{termica} = P_{elettrica}$

17.2
(termica)

Il calore che è continuamente generato dal diodo controllato in conduzione, eleva la temperatura delle giunzioni. Se questo calore non ha la possibilità di trasferirsi dalle giunzioni all'ambiente che lo circonda, la temperatura delle stesse continua ad..........

T = f(P)

17.3
(aumentare)

In pratica il calore si trasferisce dalle giunzioni al contenitore, e da questo all'.......... che lo circonda. Questo trasferimento ha luogo con una certa « difficoltà » che può essere paragonata a quella offerta da una resistenza al passaggio della corrente elettrica. Questa difficoltà di trasferimento del calore è denominata RESISTENZA TERMICA.

17.4
(ambiente)

Si possono considerare due resistenze termiche una compresa tra le.......... e il contenitore denominata θ_{jc} e l'altra tra il contenitore e l'ambiente denominata θ_{ca}. Paragonando il tutto ad un circuito elettrico il fenomeno può essere rappresentato come in figura ove:
P = generatore di calore della potenza P (in Watt) applicata alle giunzioni.
T_j = temperatura (in °C) delle giunzioni.
T_c = temperatura (in °C) del contenitore.

17.5
(giunzioni)

Paragonando il circuito di fig. 17.4. ad un circuito.......... si può stabilire che:
P = alla potenza (in Watt) di un generatore elettrico.
T_j = alla tensione E (in Volt) a vuoto del generatore.
T_c = alla tensione V (in Volt) di uscita del generatore.
θ_{jc} = alla resistenza R_i (in Ohm) interna del generatore.
θ_{ca} = alla resistenza R_c (in Ohm) di carico del generatore.
I = alla corrente termica.

17.6
(elettrico)

La caratteristica principale di questo presunto circuito elettrico consiste nell'avere determinata a priori la potenza da dissipare sulle ipotetiche resistenze. Infatti è il generatore che stabilisce la P da.......... Ne consegue che a parità di P la E generata varia in funzione del valore delle ipotetiche resistenze; ciò per avere sempre $E \cdot I = P$.

17.7
(dissipare)

Nel circuito elettrico il valore della.......... interna R_i si può calcolare mediante la seguente formula:

$$R_{i(\Omega)} = \frac{E_{(v)} - V_{(v)}}{I_{(A)}}$$

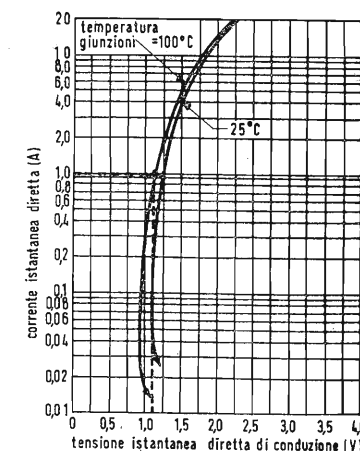
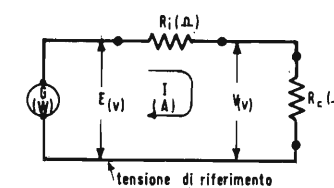
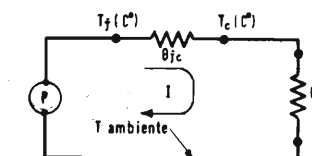
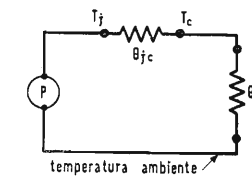
Nel circuito termico il valore della resistenza termica fra giunzioni e contenitore (θ'_{jc}) si può calcolare analogamente secondo la formula:

$$\theta_{jc}' = \frac{T_{j(°C)} - T_{c(°C)}}{\text{corrente termica}}$$

17.8
(resistenza)

Poichè la corrente termica non è facilmente rilevabile, e poichè la potenza del generatore deve essere totalmente dissipata, se le resistenze restano costanti si può dire che la Corrente Termica = $f(P)$,
quindi si ha che:

$I_{termica} = f(P)$

$$\theta_{jc(°C/W)} = \frac{T_{j(°C)} - T_{c(°C)}}{P_{(W)}}$$

17.9 (costante)

Concludendo, come la resistenza ohmica esprime la caduta di tensione (in Volt) diviso il valore della corrente elettrica (in Amp.) che la percorre, la resistenza termica (°C/W) esprime la caduta di.........(in °C) diviso il valore della corrente termica la quale è proporzionale alla potenza applicata (in Watt).

θ_{jc} misurata in °C/W

17.10 (temperatura)

Il valore della resistenza termica viene fornito dal costruttore, il quale l'ha ricavato secondo la formula 17.8. misurando le temperature T_j e T_c raggiunte per diversi valori di.........Il valore dato è il massimo per esemplari dello stesso tipo di S.C.R.

17.11 (potenza)

Disponendo del valore di θ_{jc}, e conoscendo il valore della potenza applicata a un S.C.R. si può, con una semplice misura della.........raggiunta dal contenitore (T_c), stabilire il valore di T_j risolvendo la formula 17.8. rispetto a quest'ultima:

$$T_j = P \cdot \theta_{jc} + T_c$$

17.12 (temperatura)

La determinazione di T_j è importante per riscontrare se essa è inferiore alla massima ammessa dal costruttore: tale limite non deve essere mai superato. Nel caso in cui i calcoli indicano un valore di T_j superiore a quello ammesso è necessario.........il circuito.

17.13 (ridimensionare)

Dalla 17.11. si può notare che T_j è una funzione diretta di P e di T_c poichè θ_{jc} è una costante per ogni S.C.R. Per contenere T_j entro i limiti stabiliti si può quindi agire su P modificando la potenza applicata al diodo controllato, oppure modificando il valore di.........

17.14 (T_c)

Il valore della temperatura T_c è dato dal valore della temperatura ambiente più il valore della resistenza termica θ_{ca} moltiplicato per la corrente termica.
Poichè la corrente termica è sempre.........alla potenza applicata, si ottiene la seguente relazione:

$$T_c = T_a + \theta_{ca} \cdot P$$

17.15 (proporzionale)

Dalla relazione precedente si può rilevare che per diminuire T_c, e come conseguenza la T_j, si può agire diminuendo o la temperatura........., oppure la θ_{ca}, oppure la P.

17.16 (ambiente)

Non esistendo particolari difficoltà nello stabilire come si deve agire per ottenere la diminuzione della temperatura ambiente o della potenza applicata al diodo, è interessante soffermarsi ad esaminare la possibilità della diminuzione del valore di.........

17.17 (θ_{ca})

La diminuzione del valore della resistenza termica θ_{ca} si può ottenere o aumentando la superficie radiante del contenitore, ponendolo a contatto con alette di dispersione, oppure aumentando la.........dell'aria a contatto del contenitore e delle alette di dispersione.

17.18 (circolazione)

Esistono in commercio delle alette di dispersione (dissipatori) le quali sono fornite dal costruttore con l'indicazione del valore della propria resistenza termica in °C/W.
Ciò significa che esse innalzano la propria temperatura del numero di gradi C indicato per ogni Watt di potenza applicata; si può affermare che tali alette sono tanto migliori quanto è più piccolo il numero che esprime la loro resistenza termica.

18. IMPEDENZA TERMICA AI TRANSITORI

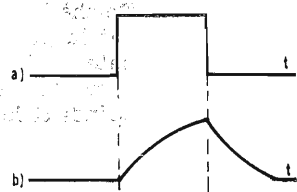
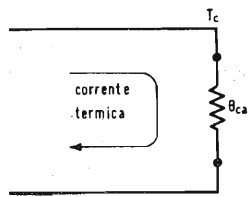
18.1

La formula precedentemente vista per trovare la temperatura delle giunzioni:

$$T_j = P \cdot \theta_{jc} + T_c$$

è valida solo nel caso in cui la temperatura si è stabilizzata dopo un certo.........che si è applicata la potenza P.

18.2 (tempo)

Nel caso in cui si lavori ad impulsi tale formula non è più valida poichè le temperature T_j e T_c non seguono l'andamento della.........P.
Infatti, se si applica un impulso di potenza come in $a)$ la temperatura seguirà l'andamento riportato in $b)$.

18.3 (potenza)

Ciò significa che le giunzioni richiedono tempo per aumentare la loro temperatura, e che, una volta aumentata, richiedono tempo per diminuirla. Questo fenomeno può essere paragonato a quello che si ottiene applicando un impulso di tensione ad un........., perciò viene definito « capacità termica » delle giunzioni.

Capacità termica delle giunzioni

18.4 (condensatore)

Il contenitore, a sua volta, si comporta nello stesso modo delle giunzioni, per cui si può parlare anche di « capacità termica del......... », e così di seguito per le alette di raffreddamento nel caso in cui queste esistano.

Capacità termica del contenitore

18.5 (contenitore)

Il circuito di dispersione del calore può essere rappresentato come in figura, ove C_j e C_c sono rispettivamente le capacità termiche delle.........e del contenitore.

18.6 (giunzioni)

Quando alla giunzione di un S.C.R. viene applicato un impulso di potenza a gradino come in $a)$ che provoca il riscaldamento, la temperatura delle giunzioni aumenterà ad una velocità che dipende dalla curva di risposta della rete.........L'innalzamento della temperatura viene rappresentato dalla curva $T_{j\,risc.}$ riportata in $b)$.

18.7 (termica)

Dopo un tempo t_1 sufficientemente lungo la temperatura della giunzione si stabilizzerà ad un valore $\Delta T_j = P\theta$ al di sopra della.........ove $\theta = \theta_{jc} + \theta_{ca}$. Questo valore coincide con quello calcolato con la formula riportata in 18.1.

18.8 (temperatura ambiente)

Se la potenza riscaldante termina al tempo t_2, dopo che la temperatura si è .... la temperatura delle giunzioni ritornerà a quella ambiente con l'andamento indicato da $T_{j\,raff.}$.

18.9 (stabilizzata)

Si può notare che le curve $T_{j\,risc.}$ e $T_{j\,raff.}$ sono......... una all'altra,

$$T_{j\,raff.} = \Delta T_j - T_{j\,risc.} = P\theta - T_{j\,risc}$$

Quindi una volta conosciuta l'una si può ricavare l'altra.

18.10 (complementari)

Riprendendo in considerazione la formula 18.1. espressa nel seguente modo:

$$\theta_{jc} = \frac{T_j - T_c}{P}$$

e tenendo presente che P è da ritenersi proporzionale alla ipotetica corrente termica, si può dedurre che al variare di quest'ultima nel tempo, anche θ_{jc}.........in funzione del tempo.
Si potrà dire quindi che:

$$\theta_{jct} = f(t)$$

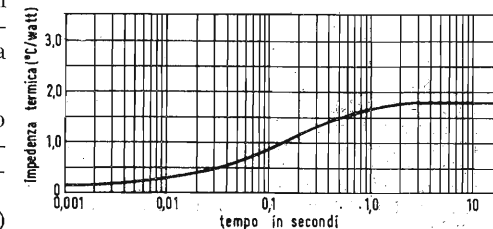
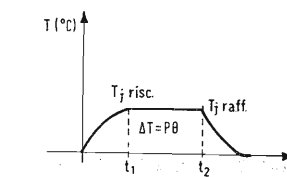
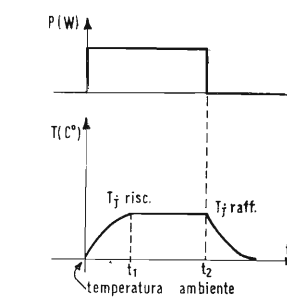
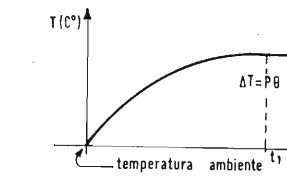
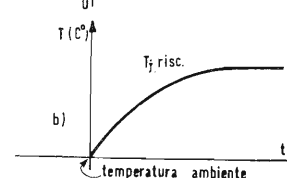
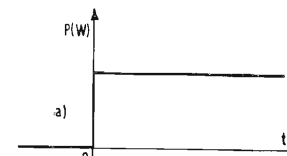
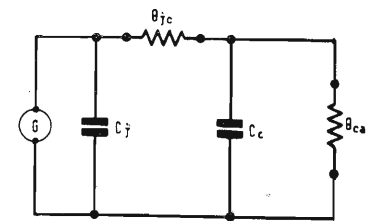
18.11 (varia)

Se si valutano i valori istantanei di T_j e di T_c in funzione della potenza P applicata, si ottiene una serie di valori di θ_{jct} in funzione del tempo durante il quale sono state determinate le.........relative al tempo di applicazione della potenza P.

18.12 (temperature)

Se si riportano i valori che θ_{jct} assume in funzione del tempo si ottiene il diagramma riportato a lato. Tale grafico, normalmente fornito dal costruttore per ogni tipo di S.C.R., rappresenta la curva dell'IMPEDENZA TERMICA.

(segue)

(a cura dell'ing. Antonio Nicolich)

dott. ing. A. Calegari

Le linee di ritardo in genere e una loro applicazione in bassa frequenza*

Da qualche tempo si parla assai delle linee di ritardo, più che al centro dell'elettronica professionale, nel mondo della televisione. È bene che i tecnici di questo ramo dell'elettronica abbiano conoscenza di che cosa sia una linea di ritardo. Esamineremo quali sono le proprietà di un simile elemento, i vari tipi che si offrono agli utilizzatori e le applicazioni che se ne fanno.

Ci si può richiedere oggi come potrebbero funzionare senza linee di ritardo: la TV a colori, i simulatori, gli indicatori di radar, certi calcolatori digitali. Una linea di ritardo è paragonabile ad una linea di trasmissione compressa in un piccolo volume. Suo compito è di ritardare un'informazione di una certa durata prefissata, durata normalmente dell'ordine dei microsecondi.

Ma perchè ritardare un segnale elettronico? Questo ritardo rende possibile il confronto fra il segnale ritardato e il segnale precedente, o permette di fare altre prove su questo segnale ritardato, con apparecchi adatti.

La linea di ritardo può essere impiegata, come in TV a colori, per riportare in passo due segnali, quando uno di essi ha percorso un circuito più lungo dell'altro.

Esistono tre grandi classi di linee di ritardo: ultrasoniche (frequenze superiori a 20 kHz), in metallo ed elettromagnetiche, o ancora ultrasoniche ma di alta frequenza. Queste divisioni principali possono venire suddivise esse stesse.

Una linea di ritardo a costanti distribuite, elettromeccanica, avente intervalli di ritardo compresi fra 0,05 e 1,1 μsecondi, può avere una lunghezza da 50 a 150 mm. Una linea di ritardo metallica, lunga, funzionante secondo il modo longitudinale, tipo ultrasonico, può generare un ritardo di 80 μsec. Si trovano linee ultrasoniche di alta frequenza munite all'entrata e all'uscita di trasduttori piezoelettrici fissati su un blocchetto di vetro.

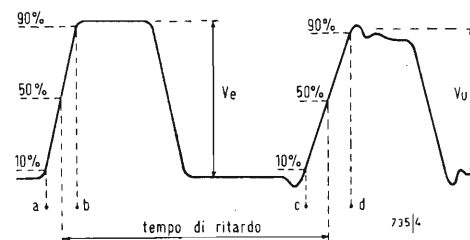
La velocità delle onde che ingenerano deformazioni meccaniche nei liquidi e nei solidi, è compresa fra 1 e 6 km/sec., essa è 100.000 volte più bassa della velocità di un segnale elettrico circolante in un cavo coassiale. Per fissare le idee, citiamo il caso di una barretta di quarzo fuso di lunghezza 10 metri, il ritardo che si può conseguire con esso è dell'ordine di 2,5 msec.

1. - DEFINIZIONI

Ecco i termini impiegati per caratterizzare una linea di ritardo:

— durata del ritardo è il tempo intercedente fra il livello 50% dell'ampiezza del fronte anteriore dell'impulso di entrata e il fronte anteriore dell'impulso di uscita;

— tempo di salita è il tempo intercedente fra il livello 10% e il livello 90% dell'ampiezza del fronte anteriore dell'impulso di uscita (fig. 1);

— impedenza caratteristica, come nelle altre linee di trasmissione, l'impedenza caratteristica è uguale al valore dell'impedenza terminale, che corrisponde al minimo della potenza riflessa verso l'entrata della linea;

— attenuazione è la differenza di ampiezza fra l'impulso di entrata e l'impulso di uscita, quando la linea di ritardo è chiusa sulla sua impedenza caratteristica. Si esprime in dB: attenuazione $= 20 \lg_{10} \dfrac{Vu}{Ve}$, dove le tensioni di entrata e di uscita devono essere espresse nella stessa unità;

— modo longitudinale, questo modo si incontra in una linea magnetostrittiva, in cui le onde sonore si propagano lungo una barra, da un'estremità all'altra, per espansione e contrazione sonica delle onde nella barretta. Si può confrontarlo al percorso delle onde sonore lungo un tubo percosso ad un estremo con un martello;

— modo di torsione, questo modo di lavoro si incontra in una linea magnetostrittiva, in cui le onde sonore si propagano lungo una barra, un filo, per sforzo di tensione. Le forze meccaniche delle onde vengono trasferite lungo la barra secondo un moto elicoidale o a spirale all'altra estremità della barra. Se si fa passare una corrente continua nel filo oltre alla corrente alternata del segnale nella bobina del trasduttore, si genera un campo magnetico elicoidale a passo variabile; il segnale si propaga come una vibrazione di torsione. A questo modo, a parità di lunghezza del filo, il ritardo ottenuto è più grande; inoltre, si può avvolgere la linea a spirale, le dimensioni divengono allora evidentemente più piccole. Nel modo di vibrazione per compressione, se si incurva la linea, si creano distorsioni a motivo delle differenze di velocità di propagazione lungo il filo per le varie componenti di frequenza del segnale;

— capacità di accumulo è il numero di digit binari (bit)*, che può essere immagazzinato nella linea di ritardo;

— frequenza centrale è la frequenza media della banda di frequenza della linea di ritardo; corrisponde alla frequenza di risonanza.

Esaminiamo ora come lavora una linea di ritardo.

2. - LINEA MAGNETOSTRITTIVA

La linea magnetostrittiva più semplice è indicata in fig. 2. È costituita da una bobina funzionante da trasduttore con un nucleo magnetostrittivo fissato ad una barra sonica guida d'onde, o a un filo. Una bobina trasduttore analoga è fissata all'estremità al lato di uscita; l'onda elettrica incidente viene convertita in onda sonora e circola attraverso la linea secondo il modo longitudinale. Al lato uscita, l'onda sonora viene convertita in onda elettrica. Il tempo di ritardo è proporzionale alla lunghezza della linea.

3. - LINEA IN VETRO

Qui, il trasduttore di entrata trasmette una vibrazione meccanica attraverso un blocchetto di vetro, quando è eccitato da un segnale elettrico. All'uscita, la vibrazione è riconvertita in onda elettrica. Il ritardo è proporzionale alla lunghezza del percorso fatto dall'onda meccanica attraverso il vetro.

4. - LINEA DI TIPO FOTOELASTICO

Le proprietà ottiche di certe categorie di vetri variano con lo sforzo meccanico al quale i vetri sono sottoposti. L'entrata di questa linea di ritardo è un trasduttore piezoelettrico (cristallo o ceramica), ma all'uscita c'è un dispositivo ottico. Per il fatto che l'indice di rifrazione (le proprietà di variazione di direzione della luce) del blocco di vetro varia con i segnali elettrici di entrata, i segnali ottici (modulati, o fascetti separati) essendo passati attraverso il vetro, sono ritardati rispetto al segnale elettrico di entrata. I pregi di questo tipo sono che il circuito di uscita non richiede un collegamento meccanico e che la linea può essere utilizzata a valori intermedi di ritardo, senza che il segnale acustico ne risulti influenzato.

(*) *Le Haut Parleur*, febbraio 1966, n. 1096, pag. 117.

* Un digit è un indicatore di ordine numerico nello sviluppo generale di un numero. Esso è, se si vuole, un indicatore di potenza nell'ordine delle cifre.

Fig. 1 - A sinistra, l'impulso applicato all'ingresso di un sistema; a destra, l'impulso risultante all'uscita. *b-a* = tempo di salita dell'impulso di entrata; *d-c* = tempo di salita dell'impulso di uscita. La distanza che separa il livello 50% dei due impulsi indica l'entità del tempo di ritardo.

Fig. 2 - Linea magnetostrittiva. La linea è fissata fra due supporti amortizzatori, che hanno la funzione di eliminare le riflessioni alle estremità. Una bobina, al lato di entrata, eccita la linea la bobina di uscita è eccitata dalle vibrazioni della linea, la tensione ai suoi capi è, attraverso la fase, in ritardo, grazie alla linea, sulla tensione di entrata.

Fig. 3 - Generatore che fornisce i segnali simulanti l'effetto Doppler. In parallelo alla linea di ritardo c'è l'attenuatore, che comanda il canale diretto.

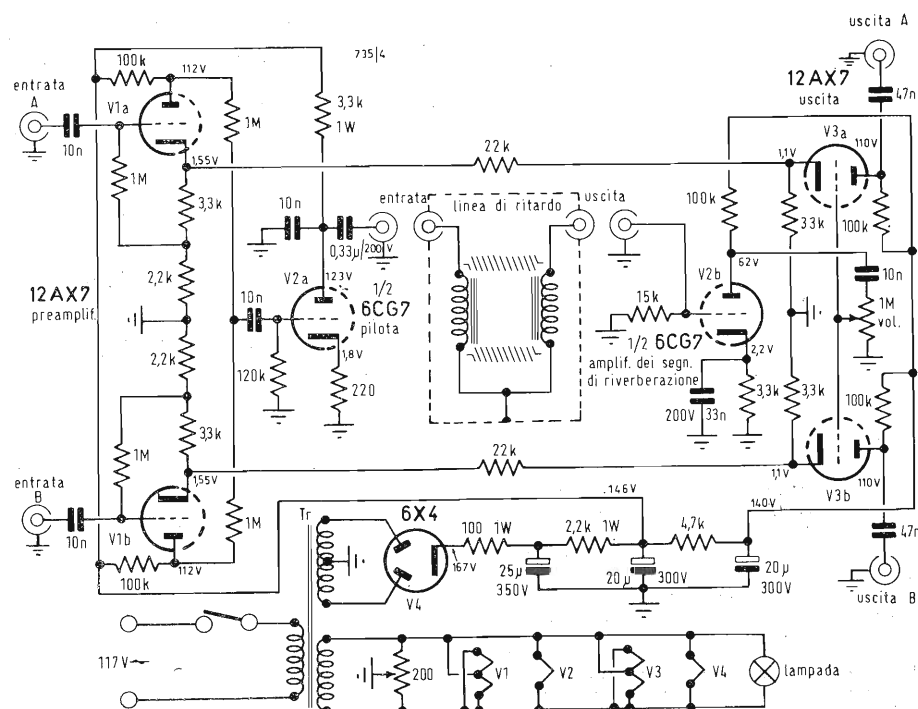



Fig. 4 - Amplificatore di bassa frequenza con effetto di riverberazione prodotto da una linea di ritardo.

5. - USO DELLE LINEE DI RITARDO

Le persone che abitano in vicinanza di un aeroporto sanno quali noie provochi sul loro televisore « l'effetto Doppler » degli aerei. Prima ancora di percepire il rombo del velivolo, l'immagine comincia a deteriorarsi. Questo fenomeno è seguito da molteplici immagini fantasma e da perdita del sincronismo verticale. Talvolta l'immagine è gravemente stracciata per brevi istanti.

In Inghilterra si sono fatte ricerche per migliorare i ricevitori di televisione, allo scopo di evitare gli inconvenienti ora menzionati. Poichè i tecnici non hanno sempre a loro disposizione segnali Doppler dovuti ad aeroplani, essi hanno costruito un generatore capace di produrre tali segnali. In questo strumento, il cui schema è dato in fig. 3, i circuiti sono tali che l'effetto Doppler è molto ben simulato grazie all'uso di una linea di ritardo regolabile; il valore del ritardo è comandato da un motore; il segnale ritardato scivola, dal punto di vista della fase, da una parte e dall'altra del segnale diretto. Si possono ottenere ritardi di oltre 100 microsecondi.

6. - IMPIEGO NELLA TV A COLORI

Le linee di ritardo sono elementi essenziali dei ricevitori di TV a colori. Il segnale a videofrequenza rivelato viene suddiviso in due gruppi: la luminanza e la componente di colore (crominanza); ciò in un punto posto vicino al rivelatore. I segnali di luminanza e di crominanza vengono amplificati separatamente e introdotti in una matrice dove si forma una ricombinazione, che conduce ai segnali del verde, del rosso e del blu, che modulano il tubo tricromico. Per una buona riproduzione del colore, i segnali di luminanza e di colore devono arrivare alla matrice con circa 0,05 μsec di sfasamento. Gli amplificatori impiegati per i segnali di luminanza e di crominanza presentano tempi di transito diversi, le bande passanti non sono identiche; più la banda passante è stretta, più il segnale impiegherà tempo a passare dall'entrata all'uscita. Si inserisce una linea di ritardo nel canale video proprio del segnale di luminanza, in modo che questi segnali arrivino alla matrice dei colori nello stesso tempo, in cui arriva il più lento dei segnali di colore, che sono trasmessi più lentamente. Poichè l'amplificatore che li riguarda è di banda passante molto più stretta di quella dell'amplificatore di luminanza, quest'ultimo deve dare molti più dettagli dell'immagine.

La linea di ritardo può essere un circuito a costanti concentrate con una bobina di data induttanza e con una capacità determinata, o anche può essere costituita da uno spezzone di cavo coassiale speciale.

Vedremo, alla fine di questo articolo, qualche particolarità dell'impiego delle linee di ritardo nei sistemi SECAM e PAL.

7. - IMPIEGO DELLA LINEA DI RITARDO IN BASSA FREQUENZA

Questa applicazione è quella che maggiormente interessa gli amatori dell'alta fedeltà. In fig. 4 è rappresentato lo schema di un amplificatore di bassa frequenza particolarmente studiato per fornire un effetto di riverberazione (Philco). Il percorso diretto dei segnali di bassa frequenza è tra catodo e catodo delle due sezioni di ciascun tubo 12AX7, e l'uscita, ai morsetti di uscita, è sulle placche del tubo 12AX7. I segnali di destra e di sinistra vengono mescolati in V_2a, amplificati e portati, attraverso la linea di ritardo e V_2b, alle griglie di V_3a e V_3b. Si può dosare, per la migliore riproduzione, l'effetto di riverberazione.

8. - CONTA

Nelle operazioni di conta, una linea di ritardo aggiunge 50 μsec di ritardo nella catena di amplificazione; essa è ermeticamente saldata in scatola ed è di tipo ultrasonico.

9. - APPLICAZIONE AL RADAR

Una delle più vecchie e fino ad oggi delle più importanti applicazioni delle linee di ritardo è quella per gli indicatori mobili del radar. Questa tecnica è basata su due scansioni fini di radar, una ritardata in modo che arrivi all'indicatore allo stesso istante di una seconda scansione. Se l'indicatore è equipaggiato per annullare l'informazione, che non è variata durante le due scansioni, possono apparire solamente i bersagli mobili. Questa tecnica è ottima per l'individuazione degli aerei e dei battelli.

Per i marcatori di escursioni, si usa una linea di ritardo di precisione per tarare la scansione del radar. Una parte dell'impulso trasmesso viene introdotta nel ricevitore del radar attraverso la linea di ritardo. A questo modo, appaiono guizzi marcatori sull'apparecchio, a distanze esattamente equivalenti al ritardo introdotto dalla linea.

Spesso è desiderabile avere a disposizione un gruppo di impulsi che possa essere usato per simulare i bersagli del radar che sono mobili, fissi o mobili con sovrapposizione di punti fissi. Ciò si può ottenere con un radar di prova, usando linee di ritardo per generare impulsi d'eco simulati. Il segnale RF del sistema in prova viene fatto battere con un segnale di frequenza intermedia, che alimenta la linea di ritardo. Questa alimenta un altro amplificatore, il quale rinvia una parte del segnale ritardato all'amplificatore a frequenza intermedia, che alimenta la linea di ritardo.

All'uscita si trova il gruppo di impulsi desiderato.

Questo testo è un rifacimento di un articolo di S. Kramer, articolo apparso sul numero di settembre '65 della rivista « Radio Electronics ».

10. - LA LINEA DI RITARDO NEL RICEVITORE TV SECONDO IL SISTEMA SECAM - ACCENNO AL PAL

Nel processo SECAM ci si serve di una linea di ritardo per accumulare una riga di immagine, in modo che essa possa aggiungere la propria informazione alla riga successiva. Per la sua accettazione, in vista dell'entrata in servizio, un sistema di TVC deve essere compatibile, cioè un comune ricevitore deve poter ricevere l'emissione in bianco e nero.

Il trasmettitore a colori irradia tre segnali: un segnale di luminanza, che definisce la luminosità di ogni elemento d'immagine come nel sistema in bianco-nero. Gli altri due segnali contengono l'informazione del colore e definiscono la tinta e la saturazione in ciascun punto dell'immagine. Essi sono trasmessi come segnali differenziali del rosso e del blu, uno rappresenta la quantità di cui il segnale rosso differisce dal segnale di luminanza, e l'altro fa la stessa cosa per il blu. Il segnale verde è ciò che resta quando i segnali rosso e blu sono stati sottratti dal segnale di luminanza. Nel sistema Sêcam questi segnali di colore non vengono trasmessi simultaneamente come nel NTSC, ma per righe alternate di ciascuna trama. Il ricevitore riproduce ciascuna riga dell'immagine sfruttando direttamente l'informazione ricevuta in ogni istante, per es. il blu, mentre per l'altro colore differenziale (rosso), utilizza l'informazione, che è stata trasmessa sulla riga precedente di questa trama. Questa suddivisione della metà dell'informazione dei colori fra linee adiacenti di ciascuna trama implica una certa perdita di precisione nei particolari colorati. Queste imperfezioni si riscontrano piuttosto nel colore dell'immagine che nella sua luminanza e l'occhio è meno sensibile alle perdite di dettagli nei colori. Nel ricevitore Sécam è necessario prevedere un dispositivo capace di conservare il segnale di colore per la durata di una riga (64μsec nel sistema a 625 righe), ciò per poter effettuare la combinazione d'informazione dei colori delle righe adiacenti di una trama. Si può utilizzare una linea di ritardo in vetro; queste linee sono assai difficili da costruire, la velocità di propagazione varia da esemplare a esemplare, bisogna regolarle, molare il vetro, il ritardo deve essere regolato a meno di 0,05 μsec circa. La linea di ritardo è combinata con un permutatore elettronico studiato in modo da applicare simultaneamente alla matrice, le informazioni di colore, che si combinano con l'informazione di luminanza secondo regole determinate, che danno infine le tre tensioni necessarie per la modulazione dei tre proiettori del tubo a raggi catodici tricromico.

Nella pratica attuale, si usa in Francia una linea di ritardo in acciaio, che è poco ingombrante e di prezzo accessibile. Nel sistema di TVC-PAL, per eliminare gli errori di fase differenziale, che comporterebbero falsamenti delle tinte, si provvede ad invertire ad ogni riga la polarità di uno dei due vettori corrispondenti all'informazione di un colore; l'uscita dell'invertitore deve però essere sommata vettorialmente all'altro vettore di colore che non ha subito l'inversione; occorre quindi, anche in questo caso, ritardare un segnale colorato per un tempo uguale a un periodo di riga (64 μsec per 625 righe); a ciò provvede una linea di ritardo, che qui deve essere in vetro del tipo a ultrasuoni con trasduttori al titanato di bario all'entrata e all'uscita, linea che risulta assai costosa e di taratura critica. Per semplificare la situazione, il sistema PAL semplificato prevede una linea di ritardo di metà lunghezza, chiusa ad un estremo e con un solo trasduttore; il segnale, convertito da segnale radio in ultrasuono all'entrata dal trasduttore, percorre la linea corta, si riflette all'estremo chiuso e ritorna all'origine percorrendo per la 2ª volta la stessa linea; all'origine, che ora funge da terminale di uscita, il segnale ultrasonico viene riconvertito in segnale RF dallo stesso trasduttore. *A*

Misuratore di campo Prestel

Alla Fiera di Milano la PRESTEL ha presentato un nuovo Misuratore di Intensità di Campo con elevate caratteristiche tecniche e pratiche.

Si tratta di uno strumento per i tecnici più esigenti; infatti il nuovo Misuratore modello MC 16 è oltremodo sensibile, misurando segnali a partire da 2,5 μV sulla prima scala (100 μV f.s.)

Lo strumento impiega 16 transistors, 7 diodi e 1 termistore. Il circuito comprende due selettori in alta frequenza UHF e VHF che sintonizzano in soluzione continua le frequenze da 40 a 230 MHz in VHF e da 470 a 900 MHz in UHF.

Detti selettori sono muniti ciascuno di un comando unico che permette sia la ricerca veloce della frequenza desiderata, sia il ritocco fine a mezzo di una demoltiplica di precisione.

Per sicurezza di funzionamento, i selettori sono privi di contatti striscianti e commutazioni a radio frequenze.

Il circuito di MF a 35 MHz è composto da 5 stadi più il discriminatore.

Lo strumento è dotato di una BF per il pilotaggio dell'altoparlante incorporato, che riproduce i segnali di tutte le portanti sia AM che FM a mezzo di un'apposita commutazione. Detta BF è escludibile con l'apposito comando esterno per economia di consumo pile.

Un commutatore a 6 posizioni permette l'accensione dell'apparecchio con controllo efficienza pile a mezzo del microamperometro e l'inserimento delle 4 scale di sensibilità per: 100 μV f.s.; 1 mV f.s.; 10 mV f.s.; 100 mV f.s.

Un attenuatore in dotazione da 20 dB consente misure di segnali sino a 1 V.

Gli ingressi sono due, asimmetrici, a 75 Ω per UHF e VHF.

Un adattatore, in dotazione, permette misure su discese a 300 Ω.

L'alimentazione è fornita da 7 pile (mezza torcia) da 1,5 V.

La tensione di alimentazione è tenuta costante a mezzo di un disco Zener.

Un comando esterno permette l'azzeramento dell'indice compensando il fruscio di fondo a diverse frequenze.

Il Misuratore MC 16 è dotato di un nuovo Microamperometro Siemens dalle elevate caratteristiche di sensibilità, stabilità, antimagnetico e antiurto.

La Prestel ha progettato questo strumento per produzione in serie, per cui è stato possibile contenere il relativo prezzo in L. 98.000. (netto)

— domande e risposte sulla TVC - di A. Nicolich —

continuazione dal n. 3 - Marzo 1968 pag. 129

Pier Luigi Sassi - Milano

D. Perchè la subportante di crominanza ha valori diversi nei sistemi di TVC a 625 righe PAL ed NTSC?

R. Su questo argomento riferisce esaurientemente W. Bruch in un suo articolo pubblicato dalla rivista tedesca « Telefunken Zeitung » Anno 36, n° 1 e 2. Ispirandoci a tale articolo, compiliamo la nostra risposta.

1°) *Frequenza di offset.* Questo termine inglese significa « trasferito » o « spostato ». Nella tecnica della TVC, offset viene usato per indicare lo spostamento reciproco dei rapporti di frequenze fra le frequenze centrali dei gruppi negli spettri del segnale video di luminanza completo e del segnale di crominanza; si parla di offset di mezza riga, di un quarto di riga, di offset di precisione.
In tutti i sistemi noti di TVC compatibili, il segnale di luminanza viene sovrapposto ad una portante di colore ausiliaria (sottoportante di crominanza) modulata con i segnali di colore. Poichè questa subportante di colore cade nella banda video e con essa viene pure trasmessa, essa risulta visibile sullo schermo del cinescopio di un ricevitore in bianco-nero. Anche nei ricevitori di TVC, ad onta che sia quasi sempre in essi inserito nel canale di luminanza un circuito trappola per la frequenza sottoportante di colore, rimangono residui della subportante o delle sue bande laterali, che possono anche in questo caso risultare visibili ed evidentemente disturbanti.
Con il sistema NTSC per la diminuzione della visibilità di questa portante, ed anche per il miglioramento della compatibilità, si è dimostrata l'opportunità di stabilire un conveniente rapporto fra la frequenza della subportante di colore e le frequenze di deviazione. Così si è convenuto, nel sistema NTSC, con il cosidetto offset di mezza riga, di adottare la frequenza della portante di colore f_c uguale ad un multiplo dispari della metà della frequenza di riga:

$$f_c = f½ = (2n - 1)\frac{f_H}{2} = \left(n - \frac{1}{2}\right) f_H$$

dove f_H è la frequenza di scansione orizzontale.
Per il sistema NTSC adattato alle 625 righe europee, un valore conveniente è $2n = 568$, per cui

$$n - \frac{1}{2} = 284 - 0{,}5 = 283{,}5$$

periodi della portante di colore.
Il valore della subportante per il sistema europeo a 625 righe tipo NTSC (ricordiamo che l'NTSC americano comporta 525 righe) risulta pertanto:
$f_c = 15.625 \cdot 283{,}5 = 4.429.687{,}5$ Hz.
Con questa assunzione, le oscillazioni a frequenza della portante di colore risultano visibili sullo schermo di un ricevitore di TV-BN, come perlinature fisse.
Poichè in una riga di analisi non è contenuto un numero intero di periodi della portante di colore, la oscillazione a frequenza della subportante di colore viene invertita in due righe adiacenti (consecutive nel tempo) nella stessa trama e la perlinatura viene spostata di $\lambda/2$ nelle righe adiacenti. Stabiliamo ora, in quale relazione di fase l'oscillazione portante di colore si trova all'inizio di una riga nella trama successiva.
Poniamo che la prima trama sia da ritenersi ultimata dopo 312 righe, allora al termine di questo primo reticolo che consta di 312 righe, si sono compiuti $312 - 283{,}5 = 88.452$ cicli della sottoportante di colore; la seconda trama inizia, come la prima, con la fase zero della portante stessa. Dopo $625 \cdot 283{,}5 = 177.187{,}5$ cicli, alla fine della seconda trama (per il sistema a 625 righe), inizia la terza trama con fase della portante di colore spostata di $\lambda/2$. Fra le trame terza e quarta non avviene alcuna variazione di fase. Con la quinta trama inizia di nuovo questo ciclo. In fig. 1 è indicato questo reticolo a perle per le trame 1 e 2, per le trame 3 e 4, i bianchi e i neri risultano scambiati di posto, secondo quanto detto sopra, per cui si verifica la desiderata compensazione per l'occhio. La figura disturbante si è così compensata nell'occhio durante questo ciclo in quattro tempi. L'azione di compensazione non è completa, sia perchè con 50 trame al secondo questo ciclo si compie con solo la frequenza di 12,5 Hz, sia a motivo di un effetto stroboscopico, per il quale, in seguito alle righe intermedie, sorge l'impressione di una variazione della figura di disturbo sullo schermo del cinescopio, poichè l'occhio segue lo spostamento dei punti luminosi di trama in trama. Inoltre, la curvatura della caratteristica del cinescopio, e quindi la diversa luminosità destata dalle semionde positive e negative, agiscono sfavorevolmente ad una compensazione completa.
Nel sistema NTSC la tinta viene trasmessa mediante l'angolo di fase della subportante di colore, rispetto alla portante di riferimento associata. Questa modulazione di fase comporta anche uno spostamento dipendente dalla tinta del reticolo puntiforme lungo le righe. Poichè la struttura disturbante si rende visibile solo nelle grandi aree colorate e poichè di riga in riga (cioè da una riga alla successiva) non si verificano grandi variazioni di tinta, la compensazione della punteggiatura del reticolo entro quattro trame si conserva in sostanza, malgrado questi spostamenti.
Nel sistema di TVC PAL, la fase della portante di colore viene variata ad ogni riga nella stessa trama, per la maggior parte dei colori. Per es. nell'attuale pratica, il segnale I' viene invertito di polarità di riga in riga. In forma complessa, il vettore di colore per una riga è esattamente quello modulato secondo l'NTSC, diciamo il vettore $(Q' + jI')$. Per la riga successiva vale il vettore coniugato complesso $(Q' - jI')$ (v. fig. 2*a*). Per i colori, che vengono trasmessi solo mediante I' (nessuna componente Q'), la fase della portante di colore viene ruotata di 180°, di riga in riga (fig. 2*c*). Per i colori senza componenti I' (solo Q', cioè verde-magenta) la fase rimane sempre quella (fig. 2*b*). Per i colori ai quali corrisponde un vettore lungo l'asse I' (arancio-ciano) viene annullato, a motivo dell'inversione di fase, lo sfasamento di 180°, che era stato introdotto con l'offset di mezza riga a scopo di compensazione della punteggiatura del reticolo. Con tali colori, i punti del reticolo sarebbero disposti uno sotto l'altro e sarebbero visibili essenzialmente sottoforma di linee verticali fisse (v. fig. 3). Simili figure si manifestano anche con il sistema Sécam, come è stato dimostrato, nel quale i segnali differenze di colori $B' - Y'$ e $R' - Y'$ vengono trasmessi sequenzialmente (cioè uno dopo l'altro e con portante soppressa). Anche con il Sécam ci sono colori per i quali l'offset dell'NTSC viene annullato, e ci sono altri colori per i quali tale offset della portante di crominanza viene mantenuto.
Poichè, d'altro canto, i due sistemi PAL e Sécam presentano notevoli vantaggi rispetto all'NTSC, è stato necessario trovare per essi un offset della portante di colore, che assicurasse la compatibilità almeno come quella propria del sistema NTSC con l'offset di mezza riga. Questa nuova subportante di colore doveva essere adatta anche al sistema NTSC, affinchè fosse possibile realizzare semplici convertitori, per es. da NTSC a PAL e viceversa, senza ricorrere ad una nuova modulazione. Inoltre, è desiderabile conservare la frequenza già normalizzata di 4,43 MHz per la portante di colore. D'altra parte, si sono già studiate diverse condizioni di offset per il sistema NTSC, per es. offset di 1/3 o di 1/5 di riga. Ma anche questi presentano inconvenienti se applicati ai sistemi PAL e Sécam MA.

OFFSET DI UN QUARTO DI RIGA

Dalle trattazioni generali risulta che si deve determinare una adatta portante di colore per i tre sistemi.
Impiegando i simboli m, numero compreso fra 0 e 1, ed n, numero intero, si può dedurre la relazione generale fra la frequenza della portante di colore e la frequenza f_H di scansione orizzontale:

$$f_m = (n - m) f_H \qquad (2)$$

I punti disturbanti di un reticolo si spostano, come si può riconoscere da questa relazione generale, di riga in riga, della quantità $m\lambda$ (v. fig. 4). Le loro linee di collegamento definiscono un angolo α, che è caratteristico dell'offset da adottare. Per $m = 0{,}5$, α è circa 45°. Nel passaggio alla modulazione PAL questo angolo per le tinte, che non hanno alcuna variazione del vettore con la commutazione sequenziale, ri-

Fig. 2 - *a*) Spostamento di fase del vettore portante PAL con commutazione sequenziale su un vettore complesso coniugato. *b*) Per colori α, quando vi è solo il segnale Q'. *c*) Per colori β, quando vi è solo il segnale I'.

Fig. 1 - Reticolo disturbante con il sistema NTSC (offset di mezza riga). Per le trame 3 e 4 le fasi sono scambiate (punti chiari e scuri). Il disturbo risulta compensato dall'occhio.

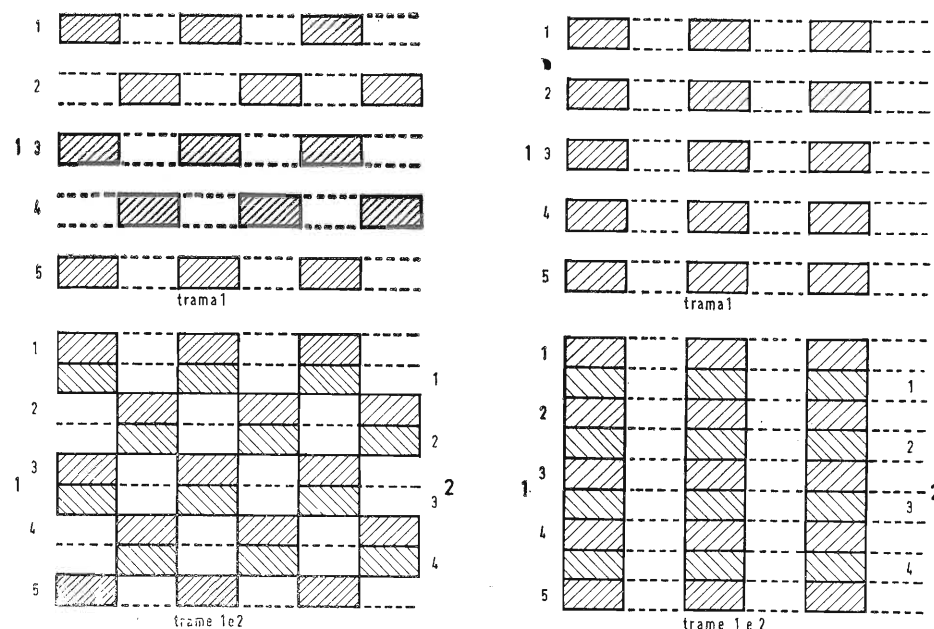



Fig. 3 - Reticolo disturbante con determinati colori, quando con il sistema PAL si mantiene l'offset di mezza riga del sistema NTSC.

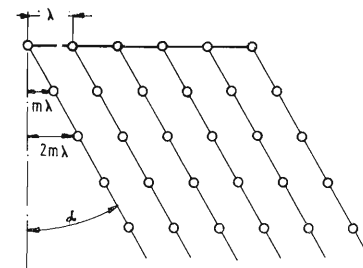



Fig. 4 - Struttura a frequenza della portante di colore dell'offset di m righe per un segnale di crominanza non commutato sequenzialmente (NTSC), o per colori senza componenti I' nel sistema PAL; colori α.

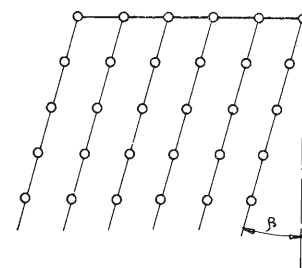



Fig. 5 - Struttura a frequenza della portante di colore nel sistema PAL per colori β senza componenti Q'.

Fig. 6 - Struttura della portante di colore per il segnale commutato e per quello non commutato. *a*) Con offset di mezza riga, i colori β danno linee rette verticali ($\beta = 0$) - *b*) Con l'offset di un quarto di riga le linee α e β giacciono simmetricamente rispetto alla verticale.

Fig. 7 - Sequenza a quaterne in α.

Fig. 8 - Sequenza a quaterne in β.

mane costante (detti colori α, fig. 2*b*). L'altro caso estremo (fig. 2*c*), per il quale si ha l'ulteriore salto di fase di 180° di riga in riga, dà luogo secondo la fig. 5 alla corrispondente struttura con l'angolo β (colori β). Tutte le sequenze valide per i colori α nel sistema PAL, sono valide anche per il sistema NTSC. Con il sistema Sécam MA ci sono solo le due situazioni α e β, mentre con il sistema PAL, α e β rappresentano i due casi estremi. Si è però trovata pure per i colori α e β una compensazione dei disturbi, e questa compensazione è utile anche per gli altri colori. In fig. 6*a* è rappresentata la situazione per lo spostamento sequenziale di $\lambda/2$ per offset di mezza riga e per $m = 0,5$; se $\beta = 0$, i punti del reticolo per i colori β giacciono sotto i punti del reticolo delle successive righe, in modo che le linee verticali disturbanti si generano a distanza λ (confronta la fig. 3). In generale, per qualunque offset m, si può dedurre dalla fig. 6*b*, che l'angolo α si avvicina a β e si mantiene praticamente uguale a β, quanto più m si approssima a $[(1/2) - m]$. Una disposizione simmetrica delle linee α e β è quanto mai desiderabile. Dalla fig. 6*b* si vede che una condizione opportuna è $m = 0,25$. Con $n = 284$, $f\frac{1}{4}$ risulta $283,75 \cdot f_4 = 4.433.593,75$ Hz che si può anche scrivere:

$$f\tfrac{1}{4} = \left(2n - \frac{1}{2}\right) f_H = f\tfrac{1}{2} + \frac{f_H}{4} \qquad (3)$$

Questa è la frequenza NTSC che è più vicina alla frequenza $f\frac{1}{4}$ (altre sarebbero $282,75\, f_H$ e $284,75\, f_H$).

La struttura disturbante di un simile reticolo lineare, che è stata descritta per la durata di una trama o di un quadro, può essere resa relativamente non percettibile, se il reticolo successivo generato viene inserito nelle lacune di quello precedente. Questa precauzione è nota come offset d'integrazione. Un calcolo approfondito dimostra che per es. gli offset di 3/16 o di 5/16 di questa condizione sono sufficienti e in questi casi si raggiunge quasi la simmetria dei colori α e β come per l'offset di 1/4 di riga. L'azione disturbante di una tale frequenza in un'immagine fissa bianconera è indubbiamente minore che con il comune offset di mezza riga.

Le componenti di alta frequenza, che arrivano nel canale di crominanza, attraverso la diafotia dal canale di luminanza (cross-Color) presentano a tutte le frequenze, che soddisfano le suddette condizioni, un minimo di colori, ma queste figure d'interferenza si muovono lentamente sullo schermo di visione, a seconda del rapporto di ripetizione, più o meno sfavorevole, alla frequenza verticale.

Anche per l'offset di 1/4 di riga (e naturalmente anche per altri) si ottiene l'aspetto di scacchiera del reticolo, se si introduce anche un ulteriore movimento continuo della figura di disturbo, invece della posizione fissa, di trama in trama, moto che dà luogo alla desiderata scacchiera. Ciò si ottiene quando la relazione (2) viene generalizzata secondo la espressione:

$$f'\tfrac{1}{4} = (n - 1/4)\, f_H + \Delta f \qquad (4)$$

con un'opportuna scelta di Δf.

Affinchè le figure d'interferenza non si muovano, Δf deve essere un multiplo intero della semifrequenza verticale di trama di 25 Hz. Ma solo un multiplo dispari fornisce la desiderata scacchiera, per cui si deve assumere $\Delta f = 25$ Hz. Possiamo ritenere, come dimostra una analisi completa eseguita per questo problema, che, per l'offset di 1/4 di riga e per $\Delta f = 25$ Hz, occorre una sequenza di 8 quadri, cioè che dopo 8 trame si ripete la stessa struttura del reticolo. La fig. 7 dimostra ciò per i colori α e la fig. 8 fa lo stesso per i colori β.

Per la completa formazione di un reticolo lineare in un sistema come quello ora descritto è necessario un tempo doppio di quello relativo all'offset di mezza riga. La frequenza di ripetizione è solo 6,25 Hz.

Mentre la frequenza della portante di colore del sistema NTSC è stata scelta in modo che i divisori di frequenza possano essere ottenuti con piccoli fattori di divisione (3; 5.....), ciò non è possibile con l'offset di un quarto di riga, avendo prefissato per la portante di colore un valore intorno a 4,43 MHz e con la frequenza di riga pure prestabilita.

I moderni transistori di commutazione rapida permettono però, anche nel campo delle portanti di colore di costruire divisori duali stabili con alti fattori di divisione. Con i fattori di divisione 5 e 227 si è trovata per l'offset di 1/4 di riga una frequenza della portante di colore che si scosta solo di $0,88 \cdot 10^{-3}$ dalla frequenza prestabilita di 4,43 MHz. Si è fatto in modo che sia possibile commutare da un sistema all'altro e di poter ricevere anche il sistema NTSC con ricevitori già finiti previsti per il PAL, con entrambi gli offset (mezza riga e un quarto di riga $\pm$ 25 Hz).

Per il sistema PAL originale si è adottata la frequenza di riga originale e si è pervenuti alla frequenza portante di colore di 4.433.618,76 Hz oppure alla frequenza di 4.433.568,75 Hz secondo che si adotti + 25 Hz o — 25 Hz. Poichè il nuovo offset non presenta alcun inconveniente anche per il sistema NTSC, la sua introduzione renderebbe sempre possibile il passaggio da NTSC a PAL e viceversa, tanto più che così si avrebbe un transcoder molto semplice.

In conclusione la frequenza della subportante di crominanza per il sistema PAL è stata fissata in 4.433.618,75 Hz ed abbiamo dimostrato come si sia pervenuti a tale valore diverso da quello della sottoportante di colore del sistema NTSC.

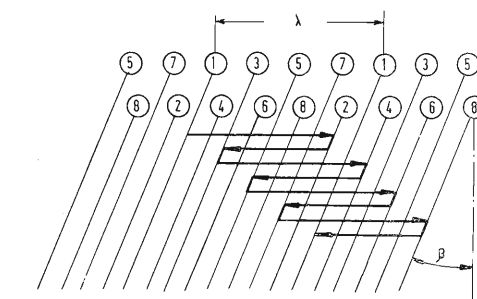
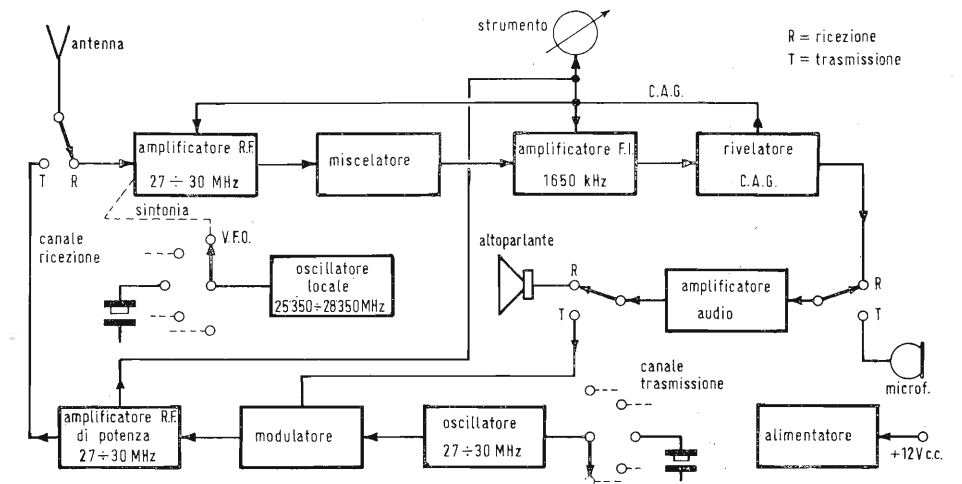



Fig. 1/0888 - Schema a blocchi di rice-trasmettitore per la gamma di 27 ÷ 30 MHz.

0888 - Sig. ***Lavagnino R.*** *- Genova*

D. È richiesto lo schema di un buon complesso rice-trasmittente, avente carattere professionale, adatto a coprire la gamma dei 27 MHz. L'alimentazione deve essere in corrente continua.

R. La fig. 1 si riferisce allo schema a blocchi di un interessantissimo rice-trasmettitore a transistori, il quale può coprire la gamma compresa fra i 27 ed i 30 MHz e i cui canali possono essere spaziati di 10 in 10 kHz e con una larghezza di banda audio dell'ordine dei 3 kHz. La potenza erogata dal *TX* è di 4 W. Un apposito commutatore consente l'inserzione di 5 cristalli per cui si ha la possibilità di avere cinque frequenze prefissate. Una posizione del commutatore è riservata all'impiego di un circuito VFO. Questo apparecchio, nel quale si fa uso esclusivamente di transistori e di diodi della SGS-FAIRCHILD facilmente reperibili in Italia, dovrà essere costruito esclusivamente da coloro che abbiano in tale campo una notevole esperienza e dispongano delle necessarie apparecchiature per la messa a punto.

La fig. 2 illustra lo schema elettrico nel quale sono riportati i valori dei principali componenti.

Le caratteristiche del rice-trasmettitore sono le seguenti:

Gamma: 27-30 MHz. *Sensibilità ricevitore*: migliore di 1 μV per $\dfrac{\text{Segnale} + \text{Disturbo}}{\text{Segnale}} \geq$ ≥ 15 dB e modulazione al 100 %. *Banda passante*: a —3 dB = 6 kHz, a —30 dB = 20 kHz. *Rapporto segnale/immagine*: 40 dB. *Potenza di uscita TX* = 4 W. *Canale audio*: da 100 a 3000 Hz. *Percentuale massima di modulazione*: 100 % con distorsione 6 % (4 %, per modulazione al 50 %). *Impedenza di antenna*: 50 Ω. *Stabilità del VFO* (per variazioni del 20 % della tensione di alimentazione): circa 500 Hz. *Altoparlante*: da 8 Ω incluso. *Microfono*: del tipo dinamico. *Indicatore di sintonia*: da 50 μA f.s. comune per *RX* e *TX*. *Alimentazione*: in corrente continua a 12 V (minima 9 V, massima 15 V). *Assorbimento di corrente*: in ricezione 80 mA, in trasmissione 3 A.

Per quanto concerne la sezione ricevente l'amplificatore a radio frequenza, controllato dal CAS, è sintonizzabile sulla gamma da 27 a 30 MHz. L'oscillatore locale può essere usato come VFO (oscillatore a frequenza variabile) sulla gamma 25.350-28.350 kHz. oppure può essere controllato da cinque cristalli aventi frequenze contenute in detta gamma.

Il valore della media frequenza è di 1650 kHz. Del primo circuito di MF fanno parte tre filtri passa banda.

Seguono il secondo ed il terzo stadio di media frequenza che comprende due filtri sintonizzati, uno doppio l'altro semplice, il rivelatore e l'amplificatore di bassa frequenza. Le altre caratteristiche, relative il trasmettitore e l'alimentatore sono facilmente rilevabili consultando lo schema elettrico. Va precisato che un circuito alimentatore stabilizzato consente di elevare la tensione di alimentazione fornita dalla batteria, a 40 V per alimentare lo stadio finale RF (Q_7) ed a 20 V per l'alimentazione dello stadio oscillatore. Nel rice-trasmettitore si è fatto uso dei seguenti transistori e diodi della SGS/FAIRCHILD:

Q_1 = BFX78; Q_2 = BFX78; Q_3 = BFX78; Q_4 = BFX31; Q_5 = BFX31; Q_6 = BFX78; Q_7 = BLY25; Q_8 = BUY16; Q_9 = BFX17; Q_{10} = BFY74; Q_{11} = BFX78; Q_{12} = BFY74; Q_{13} = BFY81; Q_{14} = BFY81; Q_{15} = BFX11; Q_{16} = BSX33; Q_{17} = BSX33; Q_{18} = BSX33; Q_{19} = BUY16; Q_{20} = BSX33; Q_{21} = BFX34; Q_{22} = BFX38; Q_{23} = BFX38; Q_{24} = BFY77; D_1 = BAY73; D_2 = IX9835A; D_3 = IX9835A; D_4 = BAY73; D_5 = IX9835A; D_6 = BZX10; D_7 = BAY73; D_8 = BAY73; D_9 = BAY73; D_{10} = BAY73; D_{11} = IX9835; D_{12} = IX9835; D_{13} = BZX10; D_{14} = BAY73; D_{15} = BAY73.

I transistori Q_7, Q_8, Q_9, Q_{19}, Q_{21}, Q_{22} debbono essere forniti di dissipatori di calore.

Dati relativi ai trasformatori, alle bobine ed alle impedenze:

T_1 = Primario: 1 spira avvolta dal lato freddo. Secondario: 5 spire di filo di rame argentato da 1 mm. Supporto: *Cambion*, ceramico serie LS6 n° 3616 (Cambion-Cambridge Mass.).

T_2 = Primario: 40 spire di filo Litz 10 x 0,04 con presa alla 7ª spira a partire dal lato freddo. Secondario: 10 spire dello stesso filo del primario. Nucleo: PHILIPS S14/8-4C.

T_3 = Primario: 7 spire di filo da 0,3 mm con

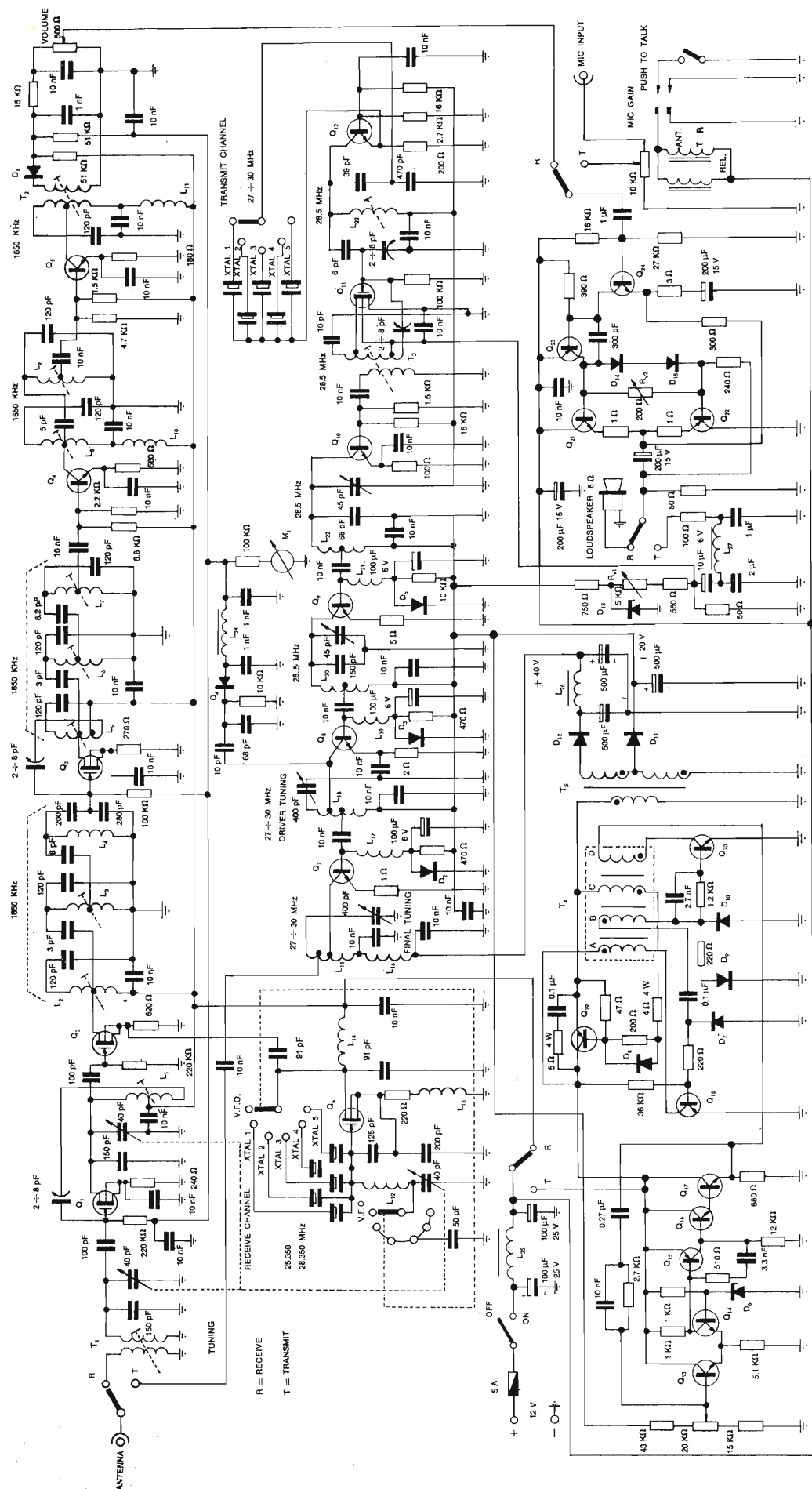



Fig. 2/0888

presa ad 1 spira. 2 spire al termine, per la neutralizzazione. Secondario: 1 spira di filo da 0,3 mm. Nucleo: tipo Philips S14/8-4C.

T_4 = Avvolgimento A: 208 spire di filo smaltato da 0,3 mm. Avvolgimento B: 140 spire di filo smaltato da 0,2 mm. Avvolgimento C: 104 spire di filo smaltato da 0,4 mm. Avvolgimento D: 104 spire di filo smaltato da 0,3 mm. Nucleo: *incrociato* Philips X30.

T_5 = Primario: 50 spire di filo smaltato da 1,3 mm. Secondario: 112 di filo smaltato da 0,8 mm (per 20 V di uscita), più 112 spire di filo smaltato da 0,5 mm (per 40 V di uscita). Nucleo magnetico: HWR 10/16.

L_1 = 5 spire di filo di rame argentato da 1 mm, spaziato di un diametro. Supporto: Cambion ceramico LS6 n° 3616 (Cambion, Cambridge, Mass.).

L_2 = 40 spire filo di Litz 10 x 0,04 con presa alla 12ª spira dal lato freddo. Nucleo: Philips S14/8-4C.

L_3 = 40 spire filo di Litz 10 x 0,04 con presa alla 6ª spira dal lato freddo. Nucleo: Philips S14/8-4C.

L_4 = 40 spire filo di Litz 10 x 0,04. Nucleo: Philips S14/8-4C.

L_5 = 40 spire filo di Litz 10 x 0,04 con presa alla 10ª spira dal lato freddo. Nucleo: Philips S14/8-4C.

L_6 = 40 spire di filo di Litz 10 x 0,04 con presa alla 6ª spira dal lato freddo. Nucleo: Philips S14/8-4C.

L_7 = 40 spire di filo di Litz 10 x 0,04 con presa alla 2ª spira dal lato freddo. Nucleo: Philips S14/8-4C.

L_8 = 40 spire filo di Litz 10 x 0,04 con presa alla 10ª spira dal lato freddo. Nucleo: Philips S14/8-4C.

L_9 = 40 spire di filo di Litz 10 x 0,04 con presa alla 2ª spira dal lato freddo. Nucleo: Philips S14/8-4C.

L_{10} = 22 µH, impedenza, Delevan *El. Corp.*

L_{11} = 22 µH, impedenza, Delevan *El. Corp.*

L_{12} = 12 spire filo di Litz 50 x 0,05. Supporto Cambion, ceramico LS6 serie 3616 (Cambion, Cambridge Mass.).

L_{13} = 22 µH, impedenza, come sopra.

L_{14} = 56 µH, impedenza, come sopra.

L_{15} = 3 spire di filo di rame argentato da 2 mm con prese a 2 1/2 e 2 3/4 dal lato freddo. Lunghezza dell'avvolgimento 10 mm. Diametro interno della bobina: 12 mm.

L_{16} = 5,6 µH, impedenza, Delevan.

L_{17} = 5,6 µH, impedenza, come sopra.

L_{18} = 4 spire di filo di rame argentato da 1,5 mm. Prese a 3/4 di spira e 2 1/2 spire dal lato freddo. Lunghezza dell'avvolgimento 10 mm. Diametro interno della bobina 12 mm

L_{19} = 5,6 µH, impedenza, Delevan.

L_{20} = 3 spire di filo di rame argentato da 1,5 mm. Presa ad 1 spira dal lato freddo. Lunghezza dell'avvolgimento 8 mm. Diametro interno della bobina 12 mm.

L_{21} = 5,6 µH, impedenza tipo Delevan.

L_{22} = 5 spire di filo di rame argentato da 1 mm. Presa alla prima spira dal lato freddo. Lunghezza avvolgimento 8 mm. Diametro interno 12 mm.

L_{23} = 9 spire di filo da 0,3 mm. Nucleo: *Neosid* 15 x 15 x 22,5 *Ferrite* F100 (Neosid-Pernetrieder-GMBH, Germania).

L_{24} = 91 µH, impedenza tipo Delevan.

L_{25} = 5 µH 4 A.

L_{26} = 5 µH 1 A.

L_{27} = 5 µH, impedenza a radio frequenza.

Ant. T-R = interruttore per antenna (cavo coassiale) a 12 V.

Rel. = Relé tipo Siemens TRL/54d - TBr 65416, Trls 154d - T - Br 93 e.

M_1 = Microamperometro 50 µA fondo scala.

XTAL = quarzi tipo CR3.

Tutte le resistenze dovranno essere del tipo da 1/2 Watt, salvo il caso che non sia diversamente indicato sullo schema elettrico.

Per la costruzione delle bobine si potrà usare altro materiale reperibile con maggiore facilità sul mercato italiano, purché esso corrisponda alle caratteristiche segnalate.

Riportiamo qui di seguito una bibliografia delle opere consultate, la qualcosa potrà essere della massima utilità anche per gli altri lettori:

Sabbadini, *A new balanced modulator product detector using the BFX78 MOST, SGS/Fairchild A. R.*, n° 169. Romano A., *High efficiency stabilized DC/DC converter SGS/Fairchild.* Sabbadini, Cini, *Transreicever for the 27 to* 30 MHz.

(*P. Soati*)

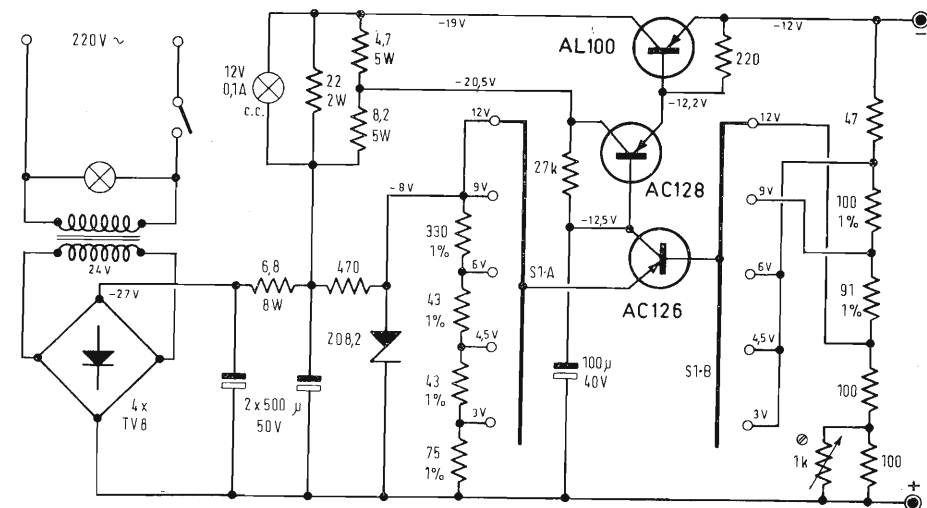



Fig. 1/0889 - Schema di alimentatore stabilizzato.

0889 - Sig. Erba G. - Milano

D. Richiede alcune informazioni circa gli alimentatori stabilizzati da usare in laboratorio per il controllo degli apparecchi alimentati in corrente continua.

R. Un buon alimentatore deve fornire almeno cinque tensioni e precisamente: 3, 4 ½, 6, 9 e 12 V, corrispondenti ai valori comunemente usati per l'alimentazione di qualsiasi tipo di apparecchio portatile come radioricevitori, registratori, mangiadischi, mangianastri, televisori, dispositivi di tele o radio comando, ecc. Dette tensioni devono essere disponibili mediante una semplice commutazione ed essere molto precise e costanti.

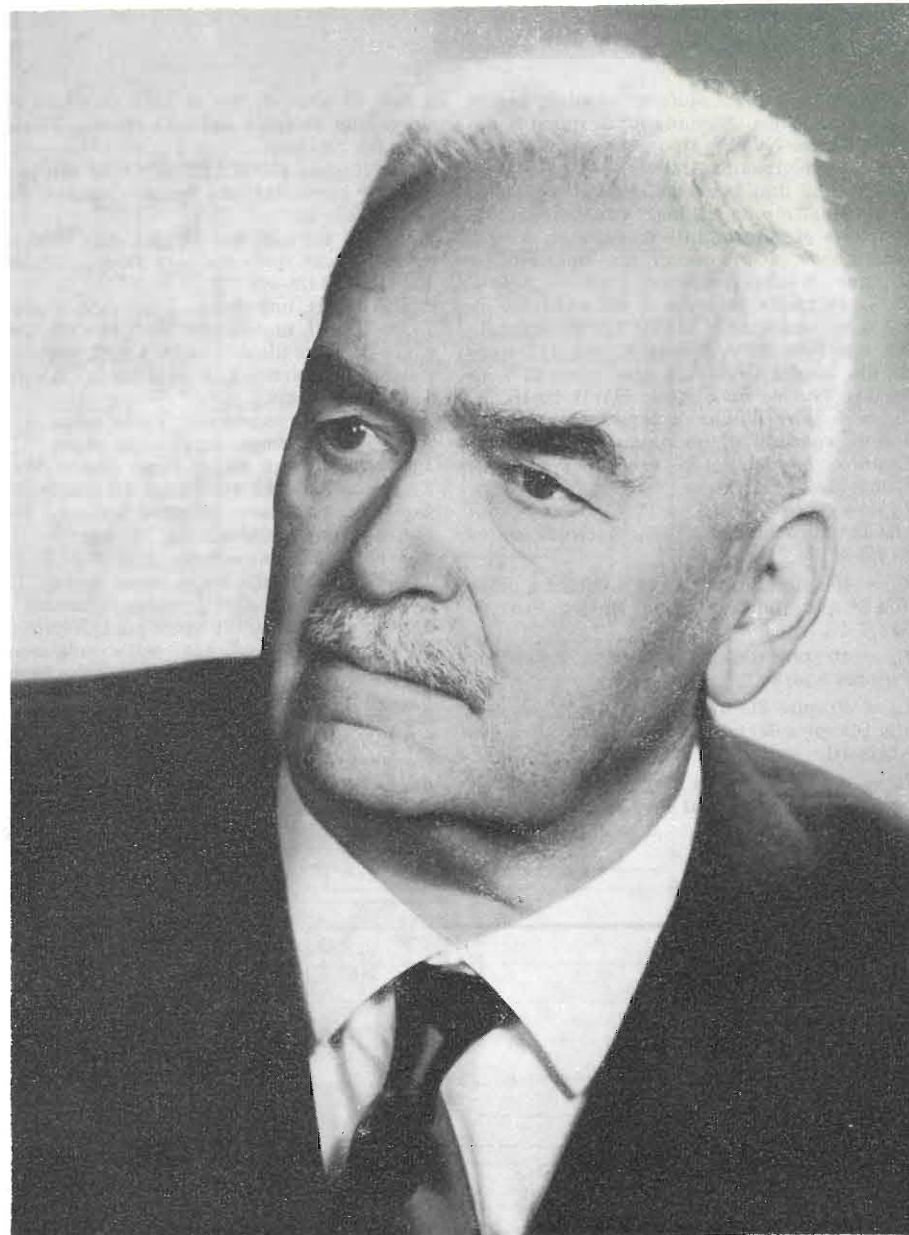
Oggigiorno pensiamo che non sia più consigliabile effettuare l'autocostruzione di un alimentatore stabilizzato dato che in commercio se ne trovano alcuni il cui prezzo è veramente di eccezionale convenienza in conseguenza della impostazione costruttiva che consente di effettuare, anche in tale campo, una produzione di serie.

Ad esempio in fig. 1 riportiamo lo schema di un eccellente alimentatore stabilizzato (modello AS1166) prodotto dalla TES, il quale, pur avendo un prezzo accessibile a qualsiasi tecnico, presenta delle caratteristiche di stabilità eccellenti oltre ad un ripple inferiore ad 1 mV a pieno carico. Sono impiegati i transistori AL100, AC126, AC128, quattro diodi TV8 ed un diodo Zener ZD8,2. La corrente erogabile è dell'ordine del mezzo ampère ed è assicurata una stabilità del ± 1 % per variazioni di rete del ± 10 %.

Un apposito circuito realizzato a mezzo di opportune resistenze di limitazione protegge l'apparecchio da eventuali cortocircuiti.

Inoltre ogni eventuale anomalia del funzionamento è segnalata da una lampadina spia « Short Circuit ».

L'alimentazione è effettuata in corrente alternata a 220 V, 50 Hz. La corrente massima erogabile, con stabilizzazione dell'ordine del ± 2 % è di 0,8 A.

(*P. Soati*)

ANTON KATHREIN

Tuttora attivo ed energico, ANTON KATHREIN festeggia, il 22 aprile 1968, il suo ottantesimo anno di vita.

Egli fondò la sua azienda, la nota fabbrica d'antenne che porta il suo nome, nel 1919, poco dopo la fine della prima guerra mondiale. Iniziò la produzione su piccola scala, con una delle sue prime invenzioni: « un apparecchio parafulmine per linee aeree a bassa tensione ».

In seguito all'introduzione in Germania della radiodiffusione, ANTON KATHREIN, non rimase inattivo, ma si adoperò per la fabbricazione di parafulmini e di dispositivi di messa a terra per antenne.

I suoi prodotti ebbero ben presto un successo notevole sia in campo nazionale che in quello internazionale, dove la qualità del materiale è un presupposto necessario e indispensabile per l'affermazione del prodotto.

Dopo qualche anno, espose, per primo, alla Fiera di Lipsia, la prima antenna a stilo.

Per migliorare la produzione, compì un viaggio di studi in U.S.A. e nel 1928 installò, nella sua azienda in Baviera, la prima pressa di bachelite ed in sostituzione delle catene di isolatori a noce per antenna, troppo pesanti, vennero prodotti gli isolatori a disco in bachelite, che presto divennero parte integrante di tutte le moderne antenne radio. Seguirono le prime antenne con discesa schermata e, molto prima della seconda guerra mondiale, la produzione in serie delle antenne a stilo.

Per questo lavoro pionieristico e per le notevoli doti di inventore nel campo della produzione di antenne gli venne conferito, nel 1942, dal V D I — Verein Deutscher Ingenieur (Associazione Ingegneri Tedeschi) — il titolo professionale di Ingegnere.

Dopo l'ultima guerra mondiale e la onerosa ricostruzione dello stabilimento, distrutto dalla guerra, KATHREIN, con il senso tecnico e la intraprendenza a lui propri, proseguì il suo lavoro con la produzione, per la prima volta in Germania su scala industriale, delle antenne a dipolo per U K W (onde ultracorte UHF).

E così il suo stabilimento è giunto fino ad oggi; ora i prodotti KATHREIN sono tra i più perfetti e più conosciuti nel mondo.

« Progresso e conformità allo scopo » rimane il suo motto. Ed egli non si adopera solo per la propria azienda, ma anche per la riunione dei fabbricanti d'antenne nello Z V E I - Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie E.V. (Associazione Industrie Elettrotecniche), in seno al quale si è formato un gruppo di costruttori di antenne riceventi, di cui l'ottantenne KATHREIN è oggi il presidente onorario.

Una vita movimentata e dedicata al lavoro, dunque, per lo sviluppo di quel progresso che è la prerogativa principale della odierna società.

TELEVISORE

BELL

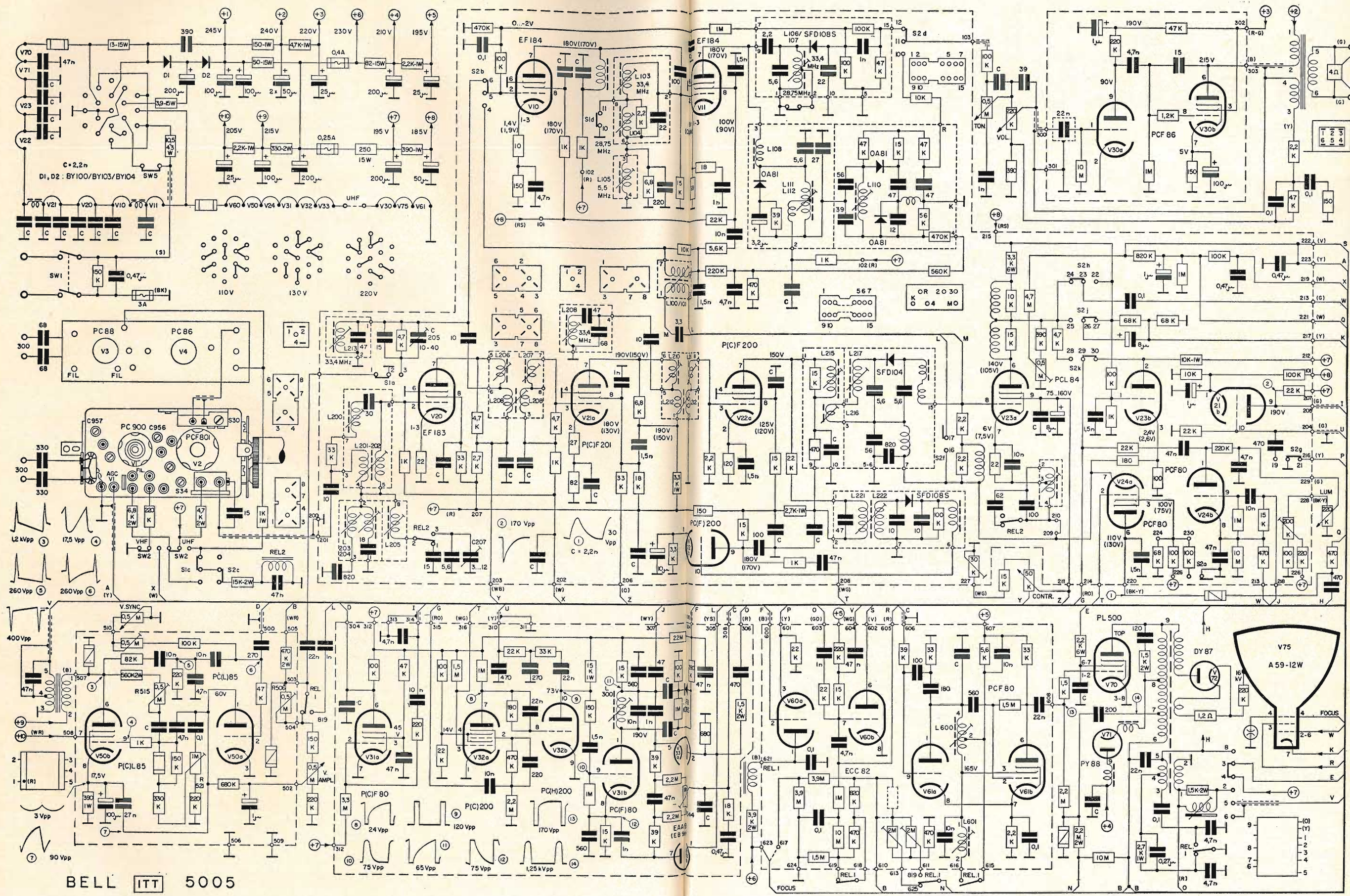
Mod. 5005

opri, proseguì il suo la-
roduzione, per la prima
ınia su scala industriale,
a dipolo per U K W (on-
UHF).

o stabilimento è giunto
ora i prodotti KATHREIN
perfetti e più conosciuti

e conformità allo sco-
suo motto. Ed egli non
lo per la propria azien-
per la riunione dei fab-
ınne nello Z V E I - Zen-
der Elektrotechnischen
(Associazione Industrie
e), in seno al quale si è
ippo di costruttori di an-
ıti, di cui l'ottantenne
oggi il presidente ono-

ovimentata e dedicata al
e, per lo sviluppo di quel
e è la prerogativa prin-
dierna società.

BELL ITT 5005

Schema elettrico del ricevitore di TV BELL mod. 5005

PER APPARECCHI - STRUMENTI - COMPONENTI RADIO E TELEVISIONE VI INDICHIAMO I SEGUENTI INDIRIZZI

LARIR INTERNATIONAL - Milano
Viale Premuda, 38/A
Tel. 780.730 - 795.762/3

MAGNETOFONI
CASTELLI - S.P.A.
S. Pedrino di Vignate
(Milano) - Tel. 956.041

Via Benedetto Marcello, 10 - Tel. 202.250
MILANO
Ampl. Preampl. Alta fedeltà esecuzione impianti.

PRODEL - Milano
Via Piezzo, 16
Tel. 298.618 - 230.930

COSTRUZIONI
ELETTROACUSTICHE
DI PRECISIONE

Direzione Commerciale: MILANO
Via Giotto n. 15 - Telefono n. 468.909
Stabilim. e Amm.ne: REGGIO EMILIA
Via G. Notari - S. Maurizio

RIEM - Milano
Via del Malatesta, 8
Telefono, 40.72.147

PADOVA
Via G. Filangeri, 18 - Telefono 20838

SOCIETA' ITALIANA
TELECOMUNICAZIONI
SIEMENS S. p. A.
Sede, direz. gen. e uffici:
20149 MILANO
P.le Zavattari, 12 - Tel. 4388

AUTORADIO
TELEVISORI
RADIOGRAMMOFONI
RADIO A TRANSISTOR

ALLOCCHIO BACCHINI - Milano
Radio Televisione
Via C. Achillini, 2 - 20162 Milano
Tel. 64.35.641 (5 linee con ric. autom.)

AUTOVOX - Roma
Via Salaria, 981
Telefono 837.091
Televisori, Ralio, Autoradio

C.G.E. - Milano
Radio Televisione
Via Bergognone, 34
Telefono 42.42

CONDOR - Milano
Via Ugo Bassi, 23-A
Tel. 600.628 - 694.267

TRANSISTORS
STABILIZZATORI TV

Soc. in nome coll.
di Gino da Ros & C.
Via L. Cadorna
VIMODRONE (Milano)
Tel. 25.00.263 - 25.00.086 - 25.01.209

DUMONT

Radio and Television - S.p.A. Italiana
80122 - NAPOLI
Vie Nevio, 102 d - Tel. 303500

EKOVISION - Milano
Viale Tunisia, 43
Telefono 637.756

EUROPHON - Milano
Via Mecenate, 86
Telefono 717.192

FARET - VOXSON - Roma
Via di Tor Cervara, 286
Tel. 279.951 - 27.92.407 - 279.052

ITELECTRA S.a.S. di L. Mondrioli & C.
Milano - Viale E. Forlanini, 54
Tel. 73.83.740 - 73.83.750

MANCINI - Milano
Via Lovanio, 5
Radio, TV, Giradischi

MINERVA - Milano
Viale Liguria, 26
Telefono 850.389

NAONIS

INDUSTRIE A. ZANUSSI S.P.A. - PORDENONE
lavatrici televisori frigoriferi cucine

PHONOLA - Milano
Via Montenapoleone, 10
Telefono 70.87.81

RADIOMARELLI - Milano
Corso Venezia, 51
Telefono 705.541

INDUSTRIE A. ZANUSSI S.P.A. - PORDENONE
lavatrici televisori frigoriferi cucine

ROBERT BOSCH S.p.A. - Milano
Via Petitti, 15
Autoradio Blaupunkt

Milano - Via Stendhal 45
Telefono 4225911
Televisori componenti radio

ULTRAVOX - Milano
Viale Puglie, 15
Telefono 54.61.351

WUNDERSEN
Via Madonna dello Schioppo, 38
CESENA (Forlì)

Televisori in bianco e nero
Radio-Fono Hi-Fi
ELETTRONICA MONTAGNI
Viale Cadorna, 44 - Firenze
Tel. 472.959 - 593.752

BOBINATRICI

PARAVICINI - Milano
Via Nerino, 8
Telefono 803.426

CONDENSATORI

DUCATI ELETTROT. MICROFARAD
Bologna
Tel. 400.312 (15 linee) - Cas. Post. 588

ICAR - MILANO
Corso Magenta, 65
Tel. 867.841 (4 linee con ricerca aut.)

GIOGHI DI DEFLESSIONE
TRASFORMATORI
DI RIGA E.A.T.
TRASFORMATORI

C E A - Elettronica
GROPELLO CAIROLI (Pavia)
Via G. B. Zanotti
Telefono 85 114

ICAR - Milano
Corso Magenta, 65
Tel. 867.841 (4 linee con ricerca aut.)

LARE - Cologno Monzese (Milano)
Via Piemonte, 21
Telefono 2391 (da Milano 912-2391)
Laboratorio avvolgim. radio elettrici

GIRADISCHI
AMPLIFICATORI
ALTOPARLANTI
E MICROFONI

LENCO ITALIANA S.p.A.
Osimo (Ancona)
Via Del Guazzatorre, 225
Giradischi - Fonovalige

M. C. E. - Milano
montaggio complessi elettromeccanici
Via Labeone, 22 - Tel. 716.427

PHILIPS - Milano
Piazza IV Novembre, 6 - Tel. 69.94
Giradischi

COSTRUZIONI
ELETTROACUSTICHE
DI PRECISIONE

Direzione Commerciale: MILANO
Via Giotto n. 15 - Telefono n. 468.909
Stabilm. e Amm.ne: REGGIO EMILIA
Via G. Notari - S. Maurizio

RIEM - Milano
Via dei Malatesta, 8
Telefono, 40.72.147

SOCIETA' ITALIANA
TELECOMUNICAZIONI
SIEMENS S. p. A.
Sede, direz. gen. e uffici:
20149 MILANO
P.le Zavattari, 12 - Tel. 4388

GRUPPI DI A. F.

LARES - Componenti Elettronici S.p.A.
Paderno Dugnano (Milano)
Via Roma, 92

PHILIPS - Milano
Piazza IV Novembre, 3
Telefono 69.94

RICAGNI - Milano
Via Mecenate, 71
Tel. 504.002 - 504.008

POTENZIOMETRI

ICAR - Milano
Corso Magenta, 65
Tel. 867.841 (4 linee con ricerca aut.)

LIAR - Milano
Via Marco Agrate, 43
Tel. 530.273 - 530.873 - 530.924

RESISTENZE

Re. Co. S.a.s. FABB. RESISTENZE E CONDENSATORI
Riviera d'Adda (Bergamo)

RAPPRESENTANZE
ESTERE

BRITISH COMMUNICATIONS CORPORATION
Radiotelefoni veicolari e portatili VHF, HF SSB -
WEMBLEY

BCC

RADIO ALLOCCHIO BACCHINI
Sezione elettronica Professionale.
20162 MILANO
Via C. Achillini 2
Tel. 64.35.641
(5 linee con ricerca autom.)

MAX ENGELS
Antenne Radio e Televisione
WUPPERTAL

RADIO ALLOCCHIO BACCHINI
Servizio Assistenza Impianti
20162 MILANO
Via C. Achillini 2
Tel. 64.35.641
(5 linee con ricerca autom.)

STORNO
Radiotelefoni VHF fissi, veicolari portatili e marittimi
COPENHAGEN

Storno

RADIO ALLOCCHIO BACCHINI
Sezione elettronica Professionale.
20162 MILANO
Via C. Achillini 2
Tel. 64.35.641
(5 linee con ricerca autom.)

CEDAMEL
Apparecchi e materiali per lo insegnamento linguistico
PARIGI

RADIO ALLOCCHIO BACCHINI
Sezione elettronica Professionale.
20162 MILANO
Via C. Achillini 2
Tel. 64.35.641
(5 linee con ricerca autom.)

HAMMARLUND MANUFACTURING COMPANY
Radioricevitori e trasmettitori ad onde corte
MARS HILL

RADIO ALLOCCHIO BACCHINI
Sezione elettronica Professionale.
20162 MILANO
Via C. Achillini 2
Tel. 64.35.641
(5 linee con ricerca autom.)

Pubblichiamo dietro richiesta di molti dei nostri Lettori questa rubrica di indirizzi inerenti le ditte di Componenti, Strumenti e Apparecchi Radio e TV.
Le Ditte che volessero includere il loro nominativo possono farne richiesta alla « Editrice Il Rostro » - Via Monte Generoso 6 a - Milano, che darà tutti i chiarimenti necessari.

MILANO **ICE** ITALY

Supertester 680 R / ATTENZIONE R come Record!!

4 Brevetti Internazionali - Sensibilità 20.000 ohms x volt

STRUMENTO A NUCLEO MAGNETICO schermato contro i campi magnetici esterni!!!
Tutti i circuiti Voltmetrici e amperometrici di questo nuovissimo modello 680 R montano RESISTENZE A STRATO METALLICO di altissima stabilità con la PRECISIONE ECCEZIONALE DELLO 0,5%!!

Record di ampiezza del quadrante e minimo ingombro! (mm. 128x95x32)
Record di precisione e stabilità di taratura!
Record di semplicità, facilità di impiego e rapidità di lettura!
Record di robustezza, compattezza e leggerezza! (300 grammi)
Record di accessori supplementari e complementari! (vedi sotto)
Record di protezioni, prestazioni e numero di portate!

10 CAMPI DI MISURA E 80 PORTATE !!!

VOLTS C.A.:	**11 portate:**	da 2 V. a 2500 V. massimi.
VOLTS C.C.:	**13 portate:**	da 100 mV. a 2000 V.
AMP. C.C.:	**12 portate:**	da 50 μA a 10 Amp.
AMP. C.A.:	**10 portate:**	da 250 μA a 5 Amp.
OHMS:	**6 portate:**	da 1 decimo di ohm a 100 Megaohms.
Rivelatore di REATTANZA:	**1 portata:**	da 0 a 10 Megaohms.
FREQUENZA:	**2 portate:**	da 0 a 500 e da 0 a 5000 Hz.
V. USCITA:	**9 portate:**	da 10 V. a 2500 V.
DECIBELS:	**10 portate:**	da — 24 a + 70 dB.
CAPACITA':	**6 portate:**	da 0 a 500 pF - da 0 a 0,5 μF e da 0 a 20.000 μF in quattro scale.

Inoltre vi è la possibilità di estendere ancora maggiormente le prestazioni del **Supertester 680 R** con accessori appositamente progettati dalla I.C.E. Vedi illustrazioni e descrizioni più sotto riportate. Circuito elettrico con speciale **dispositivo per la compensazione degli errori dovuti agli sbalzi di temperatura.**
Speciale bobina mobile studiata per un pronto smorzamento dell'indice e quindi una rapida lettura. Limitatore statico che permette allo strumento indicatore ed al raddrizzatore a lui accoppiato, di poter sopportare sovraccarichi accidentali od erronei anche **mille** volte superiori alla portata scelta!!!

IL TESTER PER I TECNICI VERAMENTE ESIGENTI !!!

Strumento antiurto con speciali sospensioni elastiche. Fusibile, con cento ricambi, a protezione errate inserzioni di tensioni dirette sul circuito ohmetrico. Il marchio « I.C.E. » è garanzia di superiorità ed avanguardia assoluta ed indiscussa nella progettazione e costruzione degli analizzatori più completi e perfetti. **Essi infatti, sia in Italia che nel mondo, sono sempre stati i più puerilmente imitati nella forma, nelle prestazioni, nella costruzione e perfino nel numero del modello!!** Di ciò ne siamo orgogliosi poichè, come disse Horst Franke **« L'imitazione è la migliore espressione dell'ammirazione! ».**

PREZZO SPECIALE propagandistico **L. 12.500** franco nostro stabilimento completo di puntali, pila e manuale d'istruzione. Per pagamenti all'ordine, od alla consegna, **omaggio del relativo astuccio** antiurto ed antimacchia in resinpelle speciale resistente a qualsiasi strappo o lacerazione. Detto astuccio da noi **BREVETTATO** permette di adoperare il tester con un'inclinazione di 45 gradi senza doverlo estrarre da esso, ed un suo doppio fondo non visibile, può contenere oltre ai puntali di dotazione, anche molti altri accessori. Colore normale di serie del **SUPERTESTER 680 R:** amaranto; a richiesta: grigio.

ACCESSORI SUPPLEMENTARI DA USARSI UNITAMENTE AI NOSTRI "SUPERTESTER 680"

PROVA TRANSISTORS E PROVA DIODI *Transtest* MOD. 662 I.C.E. Esso può eseguire tutte le seguenti misure: Icbo (Ico) - Iebo (Ieo) - Iceo - Ices - Icer - Vce sat - Vbe hFE (β) per i TRANSISTORS e Vf - Ir per i diodi. Minimo peso: 250 gr. - Minimo ingombro: 128 x 85 x 30 mm. - **Prezzo L. 6.900** completo di astuccio - pila - puntali e manuale di istruzione.

VOLTMETRO ELETTRONICO con transistori a effetto di campo (FET) **MOD. I.C.E. 660.** Resistenza d'ingresso = 11 Mohm - Tensione C.C.: da 100 mV. a 1000 V. - Tensione picco-picco: da 2,5 V. a 1000 V. - Ohmetro: da 10 Kohm a 10000 Mohm - Impedenza d'ingresso P.P = 1,6 Mohm con circa 10 pF in parallelo - Puntale schermato con commutatore incorporato per le seguenti commutazioni: V-C.C.; V-picco-picco; Ohm. Circuito elettronico con doppio stadio differenziale. - **Prezzo netto propagandistico L. 12.500** completo di puntali - pila e manuale di istruzione.

TRASFORMATORE I.C.E. MOD. 616 per misure amperometriche in C.A. Misure eseguibili: 250 mA. - 1-5-25-50 e 100 Amp. C.A. - Dimensioni 60 x 70 x 30 mm. - Peso 200 gr. **Prezzo netto L. 3.900** completo di astuccio e istruzioni.

AMPEROMETRO A TENAGLIA *Amperclamp* per misure amperometriche immediate in C.A. senza interrompere i circuiti da esaminare - 7 portate: 250 mA. - 2,5-10-25-100-250 e 500 Amp. C.A. - Peso: solo 290 grammi. Tascabile! - **Prezzo L. 7.900** completo di astuccio, istruzioni e riduttore a spina Mod. 29.

PUNTALE PER ALTE TENSIONI MOD. 18 I.C.E. (25000 V. C.C.)

Prezzo netto: L. 2.900

LUXMETRO MOD. 24 I.C.E. a due scale da 2 a 200 Lux e da 200 a 20.000 Lux. Ottimo pure come esposimetro!!

Prezzo netto: L. 3.900

SONDA PROVA TEMPERATURA istantanea a due scale: da — 50 a + 40 °C e da + 30 a + 200 °C

Prezzo netto: L. 6.900

SHUNTS SUPPLEMENTARI (100 mV.) MOD. 32 I.C.E. per portate amperometriche: 25-50 e 100 Amp. C.C.

Prezzo netto: L. 2.000 cad.

OGNI STRUMENTO I.C.E. È GARANTITO.
RICHIEDERE CATALOGHI GRATUITI A:

VIA RUTILIA, 19/18
20141 MILANO - TEL. 531.554/5/6